秀和システムトレーディング株式会社　定価2,200円

ISBN4-87966-116-3 C3055 ¥2200E

ザ・プロテクトII（プログラム解読法入門）

PC-9800シリーズ

ザ・プロテクトII
プログラム解読法入門

The Protect II

井上智博・技術開発室

ザ・プロテクトII

秀和システムトレーディング株式会社 東京都港区赤坂8-5-29 チッカービル

もう一つのプロテクト
プログラム解読法入門

究極のプロテクトは可能か

限界といわれて久しいプロテクト技術論
一つの回答を示し、プロテクト技術の究
のすがたを探る。

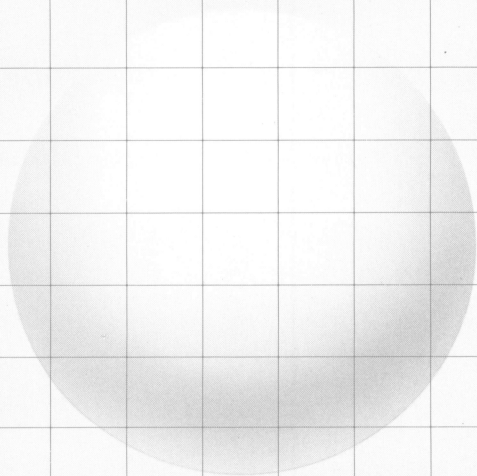
定価＝2,20

PC-9800シリーズ

ザ・プロテクトII

プログラム解読法入門

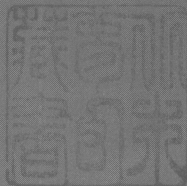
井上智博・技術開発室

The Protect II

SHUWA SYSTEM TRADING CO.,LTD.

PC-9800シリーズ

ザ・プロテクトII

プログラム解読法入門

井上智博・技術開発室

秀和システムトレーディング株式会社

まえがきにかえて

■どうしても複製がとれないとき

プロテクトを取り巻く情勢は刻々と変化しています。前巻『PC－9800シリーズ　ザ・プロテクト』が発行されたのが1986年の11月でした。もうそれから1年以上が経過していることになります。プロテクトという言葉自体もさまざまな意味に変化しました。プロテクトに対する考え方もずいぶんと変りました。

本書の主題に入る前に、まずプロテクトということがらについて、もう一度見つめ直してみようと思います。

■“究極のプロテクト”は本当に究極か

“究極のプロテクト”すなわち、絶対に破れないプロテクトは可能か？　この答えは皆さんでお出しください、というのが前作の回答でした。新しいプロテクトが開発されれば、それは常にその時代の究極でした。しかし、その新しいプロテクトに対抗するための手段が考案されると、それは究極ではなくなってしまいます。ちょうど“いたちごっこ”にたとえられるように、強力なプロテクトが開発されれば、それを上回る強力なコピーツールが開発され、それに対抗するべく、さらに強力なプロテクトが開発される……といった具合です。こう考えると、この“いたちごっこ”は、プロテクトとコピーツールの歴史といってもよいでしょう。この歴史を振り返ることによって、その時代時代での“究極のプロテクト”がわかるわけです。

“究極のプロテクト”とは、絶対にコピーのとれないプロテクトをいいます。4，5年前まではプロテクトそのものの存在が希少で、たとえあっても、それはとるにたらないものばかりでした。それでも当時としては“究極”であったのです。

たとえば、次のようなものです。

まず、フロッピディスクをBASICでフォーマットします。そこにソフトウェアを順々に格納していくわけですが、よほど大きなソフトウェアでない限り、フロッピディスク上には空きが生じます。

その空き領域へは、フォーマットしてから書き込みが行われていないわけですから、フォーマットしたままのデータが入っているはずです（BASICの場合、ふつうFFH）。しかし、このプロテクトでは、ここを00Hなどと異なる値にしておくのです。backup.n88などを用いてふつうにコピーをとれば、この部分まではコピーされませんから（backup.n88は、ファイルが存在するトラックのみをコピーするように設計されている）、チェックすればオリジナルか複製かがわかるわけです。具体的には、この部分は最終トラック（2Dであったので79）の最終セクタ（16）に設定されていました。これをBASICからDSKI$を用いて読んでいたのです。

```
A$= DSKI$(1,1,39,16):IF A$<>STRING$(255,0) THEN
                                                 NEW
```

プログラムを解読し、このような内容の行を発見できなければ、なぜプログラムが停止し、リストが消えてしまうのかがわからないわけです。この方法は、backup.n88やxfiles.n88などの標準的なコピープログラムに対して有効でした。一般のユーザに対しては、この程度の水準で十分だったのです。

その後、セクタ長を変化させるというプロテクトが出現しました。その目的は、コピープログラムの動作を停止させることにありました。backup.n88などでは、BASICの標準的なフォーマットを対象としていたため、コピーできないトラックが存在すると、そこで動作を停止してしまうのです。このようなタイプのプロテクトが出現したあたりから、コピーツールと呼ばれるソフトウェアが、徐々に姿を現しはじめました。

それからは、FDC（フロッピディスクコントローラ）の規格外のフォーマットを用いたり、特殊な装置を用いてフォーマットを行ったりと、より複雑で難解なプロテクトが考案されてきます。最も高度なプロテクトの類に、フォーマット時の回転数（または書き込みクロック）を変化させるというものがありますが、これもアナログコピーを行うことによってコピーすることができます。現在では、フロッピディスク上のフォーマットを読み取るのではなく、電気信号の変化を読み取る段階にまできているのです。

■プロテクト成立のための条件

さて、いろいろなプロテクトが多数存在しますが、プロテクトの最終目的はいったい何なのでしょう。それは、いうまでもなく"コピーが使えない"ようにすることです。ところで、この"コピーが使えない"ようにするためには、どのような条件が満たされなければならないでしょうか。逆にいえば、どの条件をなくせばプロテクトの効力がなくなるのでしょうか。もう一度見直してみましょう。

プロテクト成立のための条件は、まずコピーできないということです。コピーができなければ、複製品そのものが作成できないわけです。これはプロテクトの基本ともいえます。

ここでコピーできないとは、

・標準的なバックアッププログラム
　(backup.n88,DISKCOPY コマンドなど)
・市販されるプロテクトを対象としたコピーツール

によってコピーされないことをいいます。前者は、自ら動作するOS のファイルフォーマットに逆らうもの全部がコピーできないのに対し、後者は、あらかじめそのようなものにも対応するかたちで存在しています。前者に対しては、前述したセクタ長を変化させるなどの単純な手段で対抗できますが、後者では、そのようなものは当たり前ですので、もっと複雑な手段が必要となってきます。

コピーツールによって、コピーすることのできないプロテクトについては、既刊『PC－9800 シリーズ　ザ・プロテクト』を参照してください。

プロテクト成立のための、次の条件は"コピーされたものが動作しない"ということです。こうなると、コピーには成功したように見えても、いざ動作させてみると動かないという事態が発生するわけです。実際には、ソフトウェアが実行されている途中でフロッピディスクのフォーマットをチェックし、オリジナルであるかどうかを調べればよいのです。中には、コピーツールでコピーされてしまうように見えるものもあります。したがって、フォーマットが正常であるかどうかを確認することは、絶対に必要なことなのです。

プロテクト成立のためには、この2つの条件の満たされることが必要です。ここで示した条件はかなりおおざっぱなもので、詳しく突き詰めればもっと多様な条件が出てくるはずです。しかし、おおかたはこのようなところです。プロテクトとは、さまざまな手段を講じて、この条件を満たすためのものなのです。

■コピーツールの方法

コピーツールの役割りは、プロテクト成立のための条件を満たさせないようにすることです。

1番目の条件に対しては、コピーツール自体がさまざまなフォーマットを判別でき、かつ、それを作成することのできることが条件となります。すなわち、どのようなフォーマットが現れても、それを正確に判別できて、それと同じフォーマットを再現できることが必要なのです。従来は、コピーツールといえばこの能力を最も重視しました。

しかしここで問題が出てきます。それは正しくコピーされたかどうかはコピーツールにはわからないということです。正しくコピーされていなければ、いくらコピーが正常に終了しても、プログラムの実行中に、オリジナルかどうかのチェックが行われてしまえば、そこでおしまいになります。

そこでコピーツールでは、2番目の条件を満たさせないようにする必要があります。同じフォーマットが作成できない場合に、オリジナルかどうかのチェックを行わせないようにするのです。

オリジナルかどうかのチェックを行うのはソフトウェア側の勝手で、コピーツール側では防ぎようがないと思われてきました。そしてコピーツール側では、ソフトウェアを手作業によって解読して、チェックを行っている場所を捜し出して操作し、常にオリジナルであるという回答を出すようにしてきました。これをファイラーとか、パラメータと呼んでいます（コピーツールにより呼び方が異なる)。

これらはソフトウェアに個別に対応していて、ソフトウェアにかけられているプロテクトを無効にする働きをもっています。一度この方式でコピーしてしまえば、あとは標準的なバックアッププログラムによりコピーすることが可能になります。

■もう一つのプロテクト

フロッピディスクのフォーマットを変化させるといった、ハードウェアによるプロテクトは、もはや行くつくところまで行ったというのが一般的な見方です。では、次なるプロテクトとはと聞かれれば、それはソフトウェアによるプロテクトだといわざるを得ません。皆さんは、ソフトウェアでプロテクトをかけることができるのか、それは破られないのか、という疑問を抱くかもしれません。しかし、それができるのです。ハードウェアによるプロテクトとは比較にならないほど多様なパターンを持ち、複雑で難解なものが実現できるのです。本書では、“もう一つのプロテクト”と題してこれを中心に取り上げます。

本書を読む前に

○プログラム例について

本書には多くのプログラム例が掲載されていますが、アセンブリ言語によるものは、MS−DOS付属のマクロアセンブラ（MASM version 1.27,3.00）に準拠し、C言語によるプログラムはLattice C version J3.10（version 3.00でも可能）に準拠したものです（Lattice Cは別売）。ただし、プログラムは断片的なものであり、そのままのかたちでアセンブラ、あるいはコンパイラにかけることはできません。

また、プリンタへの出力例は、特にことわりのないかぎりはSYMDEBによるものです。なお、SYMDEB独自の機能を使用することは極力避けました。DEBUGにおいても、ほとんどが適用可能です。

○ユーティリティについて

本書には多くのユーティリティが掲載されており、アセンブリ言語で記述されております。そして、そのすべてがMS−DOS上で動作するものです。ここに掲載されるユーティリティは、ソースリストのかたちをなしていますから、実際に実行するにはアセンブルして、実行ファイルの形式にしてやらなければなりません。実行ファイルにするには、ユーティリティによって少し異なる方法をとらなければなりません。

ユーティリティ名の拡張子が“.EXE”である場合には、次の手順でアセンブルし、実行型ファイルを作成してください。このとき、MASM.EXE, LINK.EXEとソースファイルが同じディレクトリにあるものとします。また、ソースファイルの名前が“SOURCE.ASM”であるものとします。

```
MASM SOURCE;
LINK SOURCE;
```

ユーティリティ名の拡張子が“.COM”である場合には、上記の手順にさらに以下の手順を追加してください。

EXE2BIN SOURCE SOURCE.COM

同様に、EXE2BIN.EXEが同じディレクトリになくてはなりません。不必要なファイルが残るようであればDELコマンドによって削除してください。

○アドレスの表現について

本書では、アドレスの表現を以下のように統一しました。

ＳＳＳＳ：ＯＯＯＯ
ＡＡＡＡＡ

SSSSはセグメントの値で、OOOOはオフセットの値です。またセグメントとオフセットによる表現のほかに、AAAAAという絶対表現も部分的に採用しています。数値は、16進数であることを明示するために、末尾に”H”サフィックスを付加しています。

○使用機器構成について

本書の執筆にあたって使用した機器の構成は、以下のとおりです。

●本体：
PC－9801M2(8086CPU)/PC－9801VX2(V30,80286CPU)

●実装メモリサイズ：
640KB(PC－9801M3)/640KB(PC－9801VX2)

● DISK BASIC システムディスク：
PC－98H43－MW(K)(PC－9801M2)
PC－98H47－MW(K)(PC－9801VX2)

● MS－DOS システムディスク：
PS98－121－HMW／PS98－125－HMW

CONTENTS

プログラム解読法入門

序

基礎編

応用編 I

応用編 II

CONTENTS

資料編

1

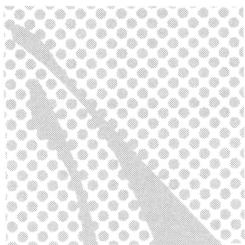
3

付録

基礎編

基礎編

1. 解読にあたって
2. 解読の定石
3. 解読支援ツール

基礎編では、プログラムを解読する立場に立ったプログラム解読に関する基礎的なことがらについて触れます。プログラムの解読が必要な理由や解読の手段、定石など、知っておかなければならないことばかりです。また、解読の際に便利に使える種々のユーティリティも掲載しました。ぜひご活用ください。

1

解読にあたって

基礎編のはじめでは、解読という行為全般に対して解説します。そもそも解読が必要であるというのはなぜか、解読の方法は決まっているのかなどという疑問があるかと思います。そこで、ここでは解読の必要性と、いくつか考えられる解読の手段について紹介したいと思います。

1.1 なぜ解読が必要か

そもそもなぜ解読が必要なのか？　本書の序章でも書きましたが、ソフトウェアにかけられるプロテクトは、年々（月々？）複雑化の途をたどり、それに対応するコピーのための手段も、次々と高度なものが生み出されています。FDC その他のハードウェアを用いたものには、コピー不能なものがあり、FDC 単体では完全にコピーできないものも存在します。

そこで、コピーツールでは対策として、プロテクトの成否をチェックしている部分（これをチェックルーチンと呼ぶ）を手作業によって捜し出し、この部分を無効にしてしまうという方法が考えられました。このような作業は自動化できないため、あくまでも人間の手によって行われてきたのですが、問題となるのは、チェックルーチンのありかです。チェックルーチンが誰にでも見つけられ、かつ、それが簡単に無効にできるならチェックルーチンの存在意義があり

ません。そこでチェックルーチンを作成するプログラマは、持ち得る技術の限りをつくして、複雑難解なチェックルーチン作りに励むのです。ここでいうチェックルーチンを捜す作業を、本書では「解読」と呼んでいます。

さて、プロテクトキラーと呼ばれるプロテクト外し屋は、このチェックルーチンを捜して無効とする（これをプロテクトを外す、アンロックにするなどといいます）作業を行うわけですが、チェックルーチンを作成したほうも、あの手この手で引っ掛けてこようとしますから、生半可な気持ちでは外すことができません。そこで両者の闘いが始まるわけです。

もうおわかりでしょう。当然のことのようですが、チェックルーチンの場所というのは決っていません。それどころか形態も決っていません。また、いつ実行されるのかも決っていません。極端な話、その存在すらも解読する側から見たら不明なのです。

そこでチェックルーチンについて知るには、まず解読が必要なのです。チェックルーチンの全貌は、解読した結果、明らかになるといっても過言ではないでしょう。

また、それはチェックルーチンを捜すことから始まる高度な知的遊戯ともいえるパズルを楽しめます。みなさんはチェックルーチン作成者が仕掛けるあの手この手のわなをクリアするとき、たまらない面白さを感じることでしょう。

1.2 解読にのぞむ

さて、いよいよ解読にのぞむ段階で、いったい何をしたらよいかわからない読者も多いことでしょう。それもそのはず、解読というのは必ずしも必要な作業ではないからです。プログラムは組めても、プログラムを読むことはできない、そのような読者のために、解読の常套手段ともいえることがらについて説明しましょう。

■リストをとる

解読と聞けば、まずプログラムの逆アセンブルリストが連想されるでしょう。逆アセンブルリストとは、プログラムを構成する命令の集まりを解釈し、それに対応する命令ニーモニックの列を作成するものです。数値で表現される命令を、私たち生身の人間は理解できませんから（ふつう、理解することはできても瞬時には理解できない）、見てすぐわかるニーモニック（"MOV AX,BX"など）のかたちに変換するわけです。この逆アセンブルリストを作成するには、対象とするソフトウェアの動作形態（動く環境など）を知らなければなりません。ここでは、形態別に逆アセンブルリストのとり方について紹介しましょう。

まず、動作するOS（オペレーティングシステム）のはっきりしている場合です。たとえば、N88－DISK BASICであるとか、MS－DOS version 3.10であるとかという場合です。このような場合には、必ずOSに標準で逆アセンブルリストを見るための機能（解読が直接の目的ではないが、とにかく含まれる）が添付されているはずですから、これを使用します。参考までに、DISK

BASICではMONコマンド内部のLコマンドが、MS－DOSではSYMDEB、あるいはDEBUGコマンド内部のUコマンドを使用することができます。さらに、あくまでも参考までに紹介しておけば、CP/M86ではDDT86を使用できます。現在、大部分のビジネス用アプリケーションソフト（日本語ワードプロセッサ、データベース、表計算ソフトなど）は、OSをベースとして動作しますので、そのようなプログラムを解読するには、OS上のツールを使用することができるわけです。

次に、動作するOSがないか、または独自のOSを用意している場合です。このような場合には、IPLと呼ばれるプログラムから解読が必要です（IPLについては資料編を参照）。多くのゲームソフトや一部のビジネス用アプリケーションソフトなどが、このようなタイプに属します。とにかくMONコマンドやSYMDEB, DEBUGコマンドのようなものは期待できませんので、他のOSのものを流用するか、専用のツール（市販されている）を使用するしかないでしょう。

OS上のソフトウェアの逆アセンブルリストをとるには、まずそのプログラムをメモリ上にロードします。ただし、DISK BASICとMS－DOSとでは手順が異なりますので、別個に説明します。

DISK BASICの場合、プログラムがBASICである場合には、MONコマンドを使用する必要はありませんが、機械語プログラムである場合には、それをメモリ上に読み込み、逆アセンブルする必要があります。プログラムの読み込みは、BLOADコマンドによって行いますが、あらかじめプログラムのロードされるべきセグメントの位置を調べておき、CLEAR,DEF SEG両コマンドによってプログラム領域を確保しておきます。そしてBLOADコマンドを実行したあと、MONコマンドに入ります。MONコマンド内ではLコマンドによってプログラムの逆アセンブルを行います。このと

き、Pコマンドによってプリンタ出力が可能な状態にしておけば、画面に表示されるリストが、同時にプリンタへも出力されます。

MONコマンドによってシステムディスク（バージョンによっては含まれていないかもしれない）に含まれる機械語プログラム"mouse.cod"をメモリ上へロードして、逆アセンブルした例を図1.1として示します。

■図 1.1 "mouse.cod"の逆アセンブル例

```
clear ,&h4000 ↵            ――― 機械語フログラム領域を確保
Ok
def seg=&h4000 ↵           ――― 領域の先頭にセグメントを定義
Ok
bload "mouse.cod ↵         ――― マウスドライバをロード
Ok
mon ↵                      ――― モニタに入る
h]l100 ↵                   ――― マウスドライバのエントリを逆アセンブル
0100 E97308        JMP     0976 ――― ジャンフしている
0103 90            NOP
0104 15DF00        ADC     AX,00DF
0107 0000          ADD     [BX+SI],AL
0109 0000          ADD     [BX+SI],AL
010B 0000          ADD     [BX+SI],AL
010D 0000          ADD     [BX+SI],AL
010F 0000          ADD     [BX+SI],AL
0111 0000          ADD     [BX+SI],AL
0113 0000          ADD     [BX+SI],AL
0115 0000          ADD     [BX+SI],AL
0117 0000          ADD     [BX+SI],AL
h]l976 ↵                   ――― ジャンフ先を逆アセンブル
0976 50            PUSH    AX
0977 53            PUSH    BX
0978 51            PUSH    CX
0979 52            PUSH    DX
097A 56            PUSH    SI
097B 57            PUSH    DI
097C 55            PUSH    BP
097D 1E            PUSH    DS
097E 06            PUSH    ES
097F 8CC8          MOV     AX,CS
0981 8EC0          MOV     ES,AX
0983 8B4702        MOV     AX,02[BX]
h]
```

ただし、このとき注意しなければならないことは、MONコマンドにおいては、必ずしもLコマンドが使用できるとは限らないということです。それは、PC−9801U2以降の機種において、MONコマンドの拡張機能の使用有無がメモリスイッチによって指定できるからで、設定によっては、A,L,Eなどのコマンドが使用できない

状態になっています。そのような場合には、システムディスクに入っているユーティリティ switch.n88 を用いて、メモリスイッチの書き換えを行ってください。

また、L コマンドでは、逆アセンブル不可能な命令もありますので注意が必要です。逆アセンブルできない命令とは、セグメント外ジャンプ、セグメント外 CALL、セグメント外 RET 命令です。これらは、リスト上では"??"で表示されますが、続く命令の解釈に食い違いが生じる可能性がありますので、同様に注意が必要です。

MS－DOS の場合では、話は簡単です。SYMDEB あるいは DEBUG を起動する際に、パラメータにロードするプログラム名と、さらにそれに与えるパラメータを並べるのです。そうすれば、SYMDEB/DEBUG のコマンドが表示され、メモリ上にロードされたプログラムが、いつでも実行可能な状態になっていますので、U コマンドを用いて逆アセンブルを行うのです。このとき、使用したツールが SYMDEB であれば、} コマンドを用いてリストをプリンタやファイルへリダイレクトすることができます。

SYMDEB/DEBUG は、本書では重要な役目を果しますので、その機能について巻末に付録を設けました。参考にしてください。

例として、SYMDEB によるコマンド"COMMAND.COM"の逆アセンブル例を、図 1.2 に示しておきます。

以上、簡単に OS 上のプログラムについての、逆アセンブルリストのとり方について説明してきましたが、詳細はそれぞれについてのマニュアルを参照してください。また、逆アセンブルリストと同様に重要なダンプリストも、MON コマンド、SYMDEB/DEBUG コマンド双方で、D コマンドによってとることができます。プリンタへの出力方法も同様です。

OS を持たないか、独自の OS を持つ場合には、市販されている

■図 1.2 "COMMAND.COM"の逆アセンブル例

```
A>symdeb command.com⏎ ──────────command.com を解析する
Microsoft Symbolic Debug Utility
Version 3.01
(C)Copyright Microsoft Corp 1984, 1985
Processor is [8086]
-u100⏎ ──────────────────────COM ファイルはここから逆アセンブル
2F81:0100 E92D0D       JMP    0E30 ───ジャンプ命令がある
2F81:0103 BA040B       MOV    DX,0B04
2F81:0106 3D0500       CMP    AX,0005
2F81:0109 741B         JZ     0126
2F81:010B BADC0A       MOV    DX,0ADC
2F81:010E 3D0200       CMP    AX,0002
2F81:0111 7413         JZ     0126
2F81:0113 BA7E0A       MOV    DX,0A7E
-ue30⏎ ──────────────────────ジャンプ先を逆アセンブル
2F81:0E30 BC5D07       MOV    SP,075D
2F81:0E33 B430         MOV    AH,30                              ;'0'
2F81:0E35 CD21         INT    21
2F81:0E37 86E0         XCHG   AH,AL
2F81:0E39 3D0A03       CMP    AX,030A
2F81:0E3C 7205         JB     0E43
2F81:0E3E 3D0A03       CMP    AX,030A
2F81:0E41 7612         JBE    0E55
-
```

専用のツールを用いないなら、とりあえずはDISK BASICのMONコマンドを用いて解析を行ってみましょう。このとき、使用するDISK BASICのシステムディスクは、できるだけコンパクトなものがよいでしょう（そのほうがメモリを圧迫しないで済むからです）。とりあえずは、必要最小限の機能を備えているものとして、PC−9801M2用のPC−98H43−MW(K)がよいでしょう。また漢字変換機能などの、必要がないと思われる機能については、メモリ上にロードしないようにします。具体的には、

How many files(0−15)?

の問いに対して、ドライブのふたを開けてリターンキーを押します。

BASICが起動しMONコマンドを実行したら、とにかく、目的のフロッピディスク上のIPLをメモリに読み込んでみます。

ただしこの場合、必ずしもMONコマンドで読めるIPL形式になっているとは限りません。あらかじめ調べてみることが必要です（IPLの形式については、同様に資料編を参照してください）。

参考までに、IPLの形式を調べる例を紹介します。この例で使用するプログラムは、MONコマンド内部の、Aコマンドで入力できる範囲の短いものですので、いちいちセーブする必要もないと思います。プログラムリストと実行手順、IPL形式の獲得については、図1.3のオペレーション例を参照してください。

■図 1.3　IPLの形式を得る

```
clear ,&h4000          ――機械語領域を確保
Ok
def seg=&h4000         ――領域にセグメントを定義
Ok
mon                    ――モニタに入る
h]a0                   ――先頭からアセンブル
0000 31C0              xor ax,ax
0002 8EC0              mov es,ax
0004 26                es:
0005 A08405            mov al,[584]        ――起動ドライブを得る
0008 B40A              mov ah,0a
000A 30C9              xor cl,cl
000C 30F6              xor dh,dh
000E 50                push ax
000F 51                push cx
0010 52                push dx
0011 CD1B              int 1b              ――0トラック，0サーフェスで単密度リードID
0013 2E                cs:
0014 C606000100        mov [100],byte 00
0019 2E                cs:
001A 882E0101          mov [101],ch        ――得られた情報をセット
001E 5A                pop dx
001F 59                pop cx
0020 58                pop ax
0021 730E              jnb 31              ――エラーでなければ終了
0023 B44A              mov ah,4a
0025 CD1B              int 1b              ――倍密度リードID
0027 2E                cs:
0028 FE060001          inc byte [100]
002C 2E                cs:
002D 882E0101          mov [101],ch        ――情報をセット
0031 CC                int 3               ――実行を終了
0032
h]g0,31                ――DISK BASIC (2HD) のディスクで実行してみた
*4000:0031
h]d100                 ――結果をみると単密．セクタ長0となっている
0100 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
h]g0,31                ――MS-DOS (2HD)のディスクで実行してみた
*4000:0031
h]d100                 ――結果をみると倍密．セクタ長3となっている
0100 01 03 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
h]
```


IPLの形式を判別したら、そのIPLをメモリ上へ読み込みます。ここで読み込む例を示します。参考にしてください（5インチ2HD,セクタ長3の場合）。なお、本来IPLの読み出される位置は、

資料編で示してあるとおり、1FC0H：0000 あるいは 1FE0H：0000 です。読み込めたら逆アセンブル作業に入り、実行を追跡してください。

■リストを読む

逆アセンブルリストがとれたら、まずリストを読んでみます。リストを読むには、当然、頭の中で何が行われているかを確認しながらいくわけですが（頭の中で動作をシミュレートする）、このときいくつかの障害が現れます。これはリストを読むときには常についてまわるものです。障害とは以下にあげるものです。

① コードとデータの分離
② 動作とアルゴリズムの対比
③ 読みにくさ
④ マシンの知識
⑤ 意図的な妨害

①は、いま読んでいるところが読むべきコード領域なのか、無視するべきデータ領域なのかがわからなくなるということです。これを解決するには、まずプログラムの逆アセンブルを行う前に、ダンプを行ってみることです。ダンプによってメッセージなどがあれば、その周辺はデータ領域であると推測できます（データが暗号化されている場合、この方法は使えません）。

②は、命令を解読していても、それが何をやっているのかわからなくなる場合があることです。「そんなものは当人のスキル不足である」といわれればそれまでですが、経験から流れを掴むしかないようです。とにかく場数をこなせば、カンが冴えてくるはずです。

場数をこなせば、おぼろげながらにも「ここは怪しい」、「ここはプロテクトとは無関係だな」などと推測できるようになり、それが的確であれば、大幅な作業の簡略化になるわけです。もっとも確固たる根拠のない、いい加減なものですから濫用は禁物です。

③は、プログラミングを行った人間のスキル不足による、下手なプログラムに出合った場合です。とにかく必要以上に複雑で、かつ適切な方法を用いないなど、理解の及ばない範囲にあるものが該当します。しかし、わざと汚いプログラムにしていたり、また実行効率を優先して美しさを捨てている場合もありますから、いちがいにそうとはいいきれません。

④は、マシンに独自の割り込み命令やハードウェアへの頻繁なアクセスなど、それに対抗するための知識がない場合には、解読が困難になるということです。とにかく、資料を揃えて解読にのぞむか、それなりの知識を頭に叩き込んでおくしかありません。少なくとも何に関連する仕事なのか、ぐらいはすぐわかるようにする必要があります。

⑤に該当するのは、本書で紹介する意図的にプログラムが読めないようにしたものに出会った場合です。意図的に読めないようにしているのですから、読めるからといって安心はできません。読めることが実は大きな落とし穴だったりするわけです。

以上の障害を意識してリストを読み進むわけですが、人間の処理できる能力を越えたプログラムの場合、解読は停止せざるを得なくなります。長大なプログラムを１から解読するのでは無駄が多すぎます。できれば必要な箇所のみの解読で済ませたいものです。いずれにしても解読は、最初の部分と要所要所のみと考えたほうがよいでしょう。

■実行を追う

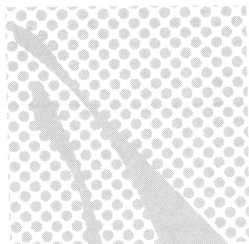
リストを頭で追うのに対し、こちらはプログラムを実際に実行させながらそのようすを追うというものです。もちろん、ある程度の刻みをもって実行させ、その途中経過（レジスタの変化、実行中の命令など）を追います。この場合、人間が判断すべき分岐命令などは、実際の実行状況に応じて自動的に判断されますから、間違いが起こりにくく、かつ手早く行えるという利点を持ちます。しかし、すべてのプログラムが実行追跡可能なわけではありませんし、場合によっては暴走してしまいます（割り込みを使ったプログラムや、プログラムのロード位置を固定していて、システムを破壊してしまう場合など）。

特にトレースモードによって実行を1命令ごとに追うのは、サブルーチンや割り込み処理ルーチンまでのすべての実行を追うことになってしまいます。正常に復帰できなかったり、とんでもないところまで追跡を行ったりして効率よくありません（SYMDEBではそのような状況を解決するために、サブルーチンや割り込みを1個の命令とみなして実行してしてから、結果を表示するようなコマンドも用意されています）。

また、ブレークポイントを置いて実行を中断しようとしても、実行がブレークポイントに達しなければプログラムは停止せず、どんどん先に進んでしまいます（SYMDEBでは、複数のブレークポイントを置くことで対応）。

以降、基礎編では解読の際の参考になるような知識、テクニックを紹介していきます。話をまとめるために、対象のOSをMS−DOS、解読用ツールをSYMDEB/DEBUGに限定します。しかし、見方を変えればDISK BASICやその他のOSでも応用可能ですから、参考にしてください。

2

解読の定石

プログラムを解読するにあたっては、いくつか定石ともいえることがらがあります。ここでは、この定石について紹介します。

2.1 ファイルを調べよう

MS－DOSでは、プログラムはファイルのかたちでフロッピディスク上に存在し、また、MS－DOSにかかわる多くのファイルが、フロッピディスク上に存在します。ファイルについて調べてみるのが解読の第一歩でしょう。

■IO.SYS, MSDOS.SYS, COMMAND.COM

MS－DOSを構成する主なパーツは、IO.SYS, MSDOS.SYS, COMMAND.COMの3つです。これらには手を加えないことが暗黙の規則と決まっているようですから、疑う必要はないでしょうが、徹底するなら一応チェックしておきましょう。見るべき点は、タイムスタンプとサイズです。

さっそくDIRコマンドを用いて、解析しようとするシステムディスクのファイル一覧を見てみます。多くの場合、表示は図2.1の

ようになるか、あるいは大なり小なり似たものになるでしょう。

■図 2.1　DIR コマンドによる表示

```
A>dir a:↵                                    ドライブAのディレクトリ一覧をみる

 ドライブ A: のディスクのボリュームラベルはありません.
 ディレクトリは A:¥

COMMAND  COM     24145  86-10-13   0:00  IO.SYS, MSDOS.SYSは表示されない
ASSIGN   COM      1787  86-10-13   0:00
ATTRIB   EXE      8262  86-10-13   0:00
BACKUP   EXE     22570  86-10-13   0:00
CHKDSK   EXE      9760  86-10-13   0:00
COPY2    COM      3344  86-10-13   0:00
COPYA    COM      1319  86-10-13   0:00
CUSTOM   COM      5737  86-10-13   0:00
DICM     COM     21248  86-10-13   0:00
DISKCOPY COM      6896  86-10-13   0:00
DUMP     COM      1999  86-10-13   0:00
EDLIN    EXE      7426  86-10-13   0:00
EXE2BIN  EXE      2880  86-10-13   0:00
FC       EXE     14394  86-10-13   0:00
FIND     EXE      6525  86-10-13   0:00
FORMAT   EXE     35070  86-10-13   0:00
JOIN     EXE      8946  86-10-13   0:00
KEY      COM      4591  86-10-13   0:00
LABEL    EXE      2918  86-10-13   0:00
MORE     COM       319  86-10-13   0:00
PRINT    EXE      8472  86-10-13   0:00
RECOVER  EXE      4381  86-10-13   0:00
RESTORE  EXE     20888  86-10-13   0:00
SPEED    COM      1209  86-10-13   0:00
SUBST    EXE      9864  86-10-13   0:00
SWITCH   COM      2441  86-10-13   0:00
SYS      EXE      2917  86-10-13   0:00
RENDIR   COM      2668  86-10-13   0:00
USKCGM   COM      4181  86-10-13   0:00
SHARE    EXE      7904  86-10-13   0:00
SORT     EXE      1680  86-10-13   0:00
MSASSIGN COM      1518  86-10-13   0:00
LINK     EXE     41114  86-10-13   0:00
SYMDEB   EXE     36538  86-10-13   0:00
MAPSYM   EXE     51904  86-10-13   0:00
LIB      EXE     24138  86-10-13   0:00
MAKE     EXE     18675  86-10-13   0:00
NECDIC   DRV     31190  86-10-13   0:00
NECDIC   SYS    520192  86-10-13   0:00
MENU     COM      7092  86-10-13   0:00
MSDOS    MNU      1614  86-10-13   0:00
SAMPLE   MNU      3548  86-10-13   0:00
RAMDISK  SYS      3056  86-10-13   0:00
RSDRV    SYS      1797  86-10-13   0:00
MOUSE    SYS      2998  86-10-13   0:00
MOUSE    DOC      2851  86-10-13   0:00
NECREN   DRV     64375  86-10-13   0:00
FILECONV EXE     31648  86-10-13   0:00
README   DOC      1531  86-10-13   0:00
CONFIG   BAK        81  87-01-27  17:18
AUTOEXEC BAT        12  86-10-13   0:00
CONFIG   SYS        82  87-01-27  17:19
        52 個のファイルがあります.
     60416 バイトが使用可能です.

A>
```

図2.1からもわかるように、多くの場合、COMMAND.COMは表示されてもIO.SYSとMSDOS.SYSは表示されません。これは、IO.SYSとMSDOS.SYSには、不可視属性というものが施されているからです。不可視属性とは、ファイルを白日の下にさらさないようにするためのもので、ふつうのファイルには付いていません。

しかし、これら2つのファイルは特に表面に出す必要もなく、変に目立って削除されてしまっても困るので、このような属性が付いているのです。では、図2.2のような操作を行ってください。

■図2.2　不可視属性を解除する

```
A>symdeb ⏎                                     ―――デバッガを起動
Microsoft Symbolic Debug Utility
Version 3.01
(C)Copyright Microsoft Corp 1984, 1985
Processor is [8086]
-a ⏎                                           ―――フログラムを打ち込む
30B9:0100 mov ax,4301
30B9:0103 mov dx,200                           ―――属性設定を行う簡単なフログラム
30B9:0106 int 21
30B9:0108 int 3
30B9:0109
-e 200 "io.sys" 0 ⏎                            ―――ファイル名を設定
-g=100 ⏎                                       ―――実行してみる
AX=FF00  BX=0000  CX=0000  DX=0200  SP=CE36  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30B9  ES=30B9  SS=30B9  CS=30B9  IP=0108   NV UP EI PL NZ NA PO NC
30B9:0108 CC            INT    3
-e 200 "msdos.sys" 0 ⏎                         ―――ファイル名を設定
-g=100 ⏎                                       ―――実行
AX=FF00  BX=0000  CX=0000  DX=0200  SP=CE36  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30B9  ES=30B9  SS=30B9  CS=30B9  IP=0108   NV UP EI PL NZ NA PO NC
30B9:0108 CC            INT    3
-q ⏎                                           ―――デバッガを脱ける

A>dir a: ⏎                                     ―――もう一度ディレクトリの一覧をみる

 ドライブ A: のディスクのボリュームラベルはありません.
 ディレクトリは A:¥

IO       SYS    32768  86-10-09  18:19  ―――表示された
MSDOS    SYS    28112  86-10-13  11:37
COMMAND  COM    24145  86-10-13   0:00
ASSIGN   COM     1787  86-10-13   0:00
ATTRIB   EXE     8262  86-10-13   0:00
BACKUP   EXE    22570  86-10-13   0:00
CHKDSK   EXE     9760  86-10-13   0:00
COPY2    COM     3344  86-10-13   0:00
COPYA    COM     1319  86-10-13   0:00
CUSTOM   COM     5737  86-10-13   0:00
DICM     COM    21248  86-10-13   0:00
DISKCOPY COM     6896  86-10-13   0:00
DUMP     COM     1999  86-10-13   0:00
EDLIN    EXE     7426  86-10-13   0:00
EXE2BIN  EXE     2880  86-10-13   0:00
```

```
FC        EXE     14394  86-10-13    0:00
FIND      EXE      6525  86-10-13    0:00
FORMAT    EXE     35070  86-10-13    0:00
JOIN      EXE      8946  86-10-13    0:00
KEY       COM      4591  86-10-13    0:00
LABEL     EXE      2918  86-10-13    0:00
MORE      COM       319  86-10-13    0:00
PRINT     EXE      8472  86-10-13    0:00
RECOVER   EXE      4381  86-10-13    0:00
RESTORE   EXE     20888  86-10-13    0:00
SPEED     COM      1209  86-10-13    0:00
SUBST     EXE      9864  86-10-13    0:00
SWITCH    COM      2441  86-10-13    0:00
SYS       EXE      2917  86-10-13    0:00
RENDIR    COM      2668  86-10-13    0:00
USKCGM    COM      4181  86-10-13    0:00
SHARE     EXE      7904  86-10-13    0:00
SORT      EXE      1680  86-10-13    0:00
MSASSIGN  COM      1518  86-10-13    0:00
LINK      EXE     41114  86-10-13    0:00
SYMDEB    EXE     36538  86-10-13    0:00
MAPSYM    EXE     51904  86-10-13    0:00
LIB       EXE     24138  86-10-13    0:00
MAKE      EXE     18675  86-10-13    0:00
NECDIC    DRV     31190  86-10-13    0:00
NECDIC    SYS    520192  86-10-13    0:00
MENU      COM      7092  86-10-13    0:00
MSDOS     MNU      1614  86-10-13    0:00
SAMPLE    MNU      3548  86-10-13    0:00
RAMDISK   SYS      3056  86-10-13    0:00
RSDRV     SYS      1797  86-10-13    0:00
MOUSE     SYS      2998  86-10-13    0:00
MOUSE     DOC      2851  86-10-13    0:00
NECREN    DRV     64375  86-10-13    0:00
FILECONV  EXE     31648  86-10-13    0:00
README    DOC      1531  86-10-13    0:00
CONFIG    BAK        81  87-01-27   17:18
AUTOEXEC  BAT        12  86-10-13    0:00
CONFIG    SYS        82  87-01-27   17:19
        54 個のファイルがあります.
     60416 バイトが使用可能です.

A>
```

ここでもう一度、DIRコマンドを実行してください。一覧に2つのファイルが表示されたはずです。表示されたのが確認できたら、タイムスタンプとサイズをメモしておき、オリジナルのMS-DOSのものと比較します。異なっていれば要チェック、同じであっても要チェックです。たとえタイムスタンプとサイズが同じでも、これらはどうにでも操作できます。油断はできません。

また、たとえタイムスタンプやサイズが異なっていても、それはMS-DOS自体のバージョンが異なる、ということを意味している可能性もありますので、あたまから疑ってかかるのも考えものです。

タイムスタンプとサイズが同じ場合には、FCコマンドを用いてファイル相互の比較を行ってみましょう。図2.3の例は『一太郎Ver2』『松86』のシステムディスクと、オリジナルのMS−DOSのシステムディスクを比較したものです。

■図 2.3 ファイルの比較

```
A>fc io.sys b:io.sys ↵             ――― オリジナルのID.SYSと一太郎のID.SYSを比較
fc: 違いは見つかりません.            ――― 手は加えられていない

A>fc msdos.sys b:msdos.sys ↵       ――― MSDOS.SYSについても同様に調べる
fc: 違いは見つかりません.            ――― これにも手は加えられていない

A>fc io.sys b:io.sys ↵             ――― 今度は松86で比較
00004CC0: E9 D1
00004CC1: 67 E0
00004CC2: 0E 03
00004CC3: 90 C8
00004D21: E9 D1
00004D22: 10 E0
00004D23: 0E 03
00004D24: 90 C8
00004D30: E9 83
00004D31: 0B C1
00004D32: 0E 04
00005B2A: 21 00
00005B2B: E0 00
00005B2C: 01 00
00005B2D: C1 00
00005B2E: 83 00
00005B2F: D2 00
00005B31: E9 00
00005B32: 90 00                    ――― 大量のパッチ!
00005B33: F1 00
00005B34: D1 00
00005B35: E0 00
00005B36: 01 00
00005B37: C1 00
00005B38: 83 00
00005B39: D2 00
00005B3B: E9 00
00005B3C: E7 00
00005B3D: F1 00
00005B3E: 83 00
00005B3F: C1 00
00005B40: 04 00
00005B41: 83 00
00005B42: D2 00
00005B44: E9 00
00005B45: EC 00
00005B46: F1 00

A>fc msdos.sys b:msdos.sys ↵
fc: 違いは見つかりません.            ――― MSDOS.SYSについては大丈夫であった

A>
```

■CONFIG. SYS

CONFIG.SYSファイルは、デバイスドライバの登録を行ったり、コマンドプロセッサの指定を行うためのファイルで、システム再構築ファイルと呼ばれます。実際、上の3つのファイルよりも、このファイルを優先して調べたほうがよいでしょう。注目するのは、

DEVICE
SHELL

のいずれかで始まる行です。DEVICEは、デバイスドライバを指定するための行であり、SHELLはコマンドプロセッサを指定するための行です。特に注意するのはDEVICE行であり、ここに何か変わったファイルが登録してあればチェックしておきましょう。『一太郎Ver2』のATOK5A.SYS, ATOK5B.SYSなどのように、マニュアルで公開され、その用途が明白であるものならばよいのですが、そうでなければ要チェックです。

そもそもSHELL行はない場合が多く、たとえあったとしても、COMMAND.COMがそのまま指定されている場合が多いので、特に気にする必要はないかも知れません。

■AUTOEXEC. BAT

AUTOEXEC.BATを調べることは、最初に実行されるプログラムを調べることになります。たいていのアプリケーションでは、このファイルによりアプリケーションの起動が自動化されています。

たとえば、『松86』のAUTOEXEC.BATファイルの内容は、次のようになっています。

MATU

これは、何の細工もなしにMATU.COMを起動させることを指示しています。ふつうはこんなものです。

■かくされたファイル

MS−DOSのディスクには、IO.SYSなどのように隠されたファイルが多数存在する可能性があります。ちなみに『1−2−3　リリース2J』などもこのようなファイルが多数存在し、プロテクトの面で大きな活躍をしています。

このようなファイルはDIRコマンドでは表示されませんので、専用のプログラムが必要となります。ここで、カレントドライブのカレントディレクトリ中にある不可視属性の付いたファイルの不可視属性を、すべて解除してしまうユーティリティDIG.COMを、図2.4として紹介します。実行は、コマンド名のみでOKです。

■図2.4　DIG.ASM　ソースリスト

```
;
;**********************************************************************
;
;       DIG.ASM
;
;       カレントドライブ，カレントディレクトリ内のファイルを正規化
;
;       COPYRIGHT(C) 1987 BY SHUWA SYSTEM TRADING CO.,LTD.
;
;       LAST MODIFIED ON FEBRUARY 2ND,1987
;
;**********************************************************************
;
CODE    SEGMENT
        ASSUME  CS:CODE,DS:CODE,ES:CODE,SS:CODE
;
        ORG     100H
;
DIG     PROC
;
        MOV     AH,4EH          ; 最初のファイルを検索
        MOV     CX,37H          ; ボリュームラベルを除く属性を対象とする
        LEA     DX,DEFAULT_PATH ; 検索対象のパス名
        INT     21H
        JC      DIG_EXIT        ; ファイルが見つからない場合
;
        CALL    RESET_ATTR      ; 属性を解除
```

```
;
DIG_LOOP:
        MOV     AH,4FH              ; 続くファイル名を検索
        INT     21H
        JC      DIG_EXIT            ; ファイルがもうない場合
;
        CALL    RESET_ATTR          ; 属性を解除
        JMP     DIG_LOOP            ; 次のファイルへ
;
DIG_EXIT:
        MOV     AX,4C00H            ; 非常駐終了
        INT     21H
;
RESET_ATTR      PROC    NEAR        ; システム，不可視，読み出し専用属性を解除
        MOV     BX,80H              ; デフォルトのDTAのアドレス
        MOV     AX,4301H            ; 属性変更
        MOV     CX,[BX+15H]         ; もとの属性
        AND     CX,0F8H             ; 必要な属性を残して解除
        LEA     DX,[BX+1EH]         ; 解除するファイル名
        INT     21H
        RET
RESET_ATTR      ENDP
;
DEFAULT_PATH    DB      '*.*',0     ; 検索対象のファイル名
;
DIG     ENDP
;
CODE    ENDS
;
        END     DIG
```

■図 2.4　DIG.COM　ダンプリスト

```
00000000 : B4 4E B9 37 00 8D 16 33 01 CD 21 72 0E E8 10 00  : 52F
00000010 : B4 4F CD 21 72 05 E8 07 00 EB F5 B8 00 4C CD 21  : 729
00000020 : BB 80 00 B8 01 43 8B 4F 15 81 E1 F8 00 8D 57 1E  : 682
00000030 : CD 21 C3 2A 2E 2A 00                             : 233
```

また、マニュアルには公開されていませんが、サブディレクトリもこの属性が付きます。ディレクトリ一覧をとってみて、ファイルの量やサイズの総計と残り容量が不釣り合いな場合には要注意です。プログラムDIGは、サブディレクトリに付いている不可視属性も取り去るので安心です。なお、サブディレクトリに対する属性は、システムコールで設定することができません。SYMDEB/DEBUGなどを用いて、直接に属性の書き換えを行わなければならないようです。

■異常なファイル

そもそもコピーが禁止されているソフトウェアでは、すべてのファイルがコピー可能であるとは限りません。そこで、すべてのファイルをダンプするなりして正常に読み出せることを、チェックするようお勧めします。なお、念のためにいえば、確実にデータの記録されている領域をアクセスしないと意味がありません。

ディスクの異常ではなく正常に読み出せないファイルがあれば、何らかの面でプロテクトに利用されていると思ってよいでしょう。

2.2 まずは比較検討を

ファイルをひととおりチェックしたら、適当なコピーツールでバックアップを試みてみましょう。もっとも、皆さんは解読しようなどと思うぐらいですから、すでにバックアップは試みてあって、そのへんに1枚くらいはころがっているかもしれません。さて、まずはオリジナルを実行してください。正常に動作します。

続けてバックアップを実行してください。正常に動作しませんね。その違いや経過をメモしておいてください。暴走したら暴走、エラーメッセージを出力してMS−DOSへ戻ったならエラーと記録しておくのです。このようなはっきりした兆候はもちろん、ふつうに操作したときのようすも記録しておきましょう。暴走もせずエラーも出さないからといって安心はできません。

皆さんはまったく同じ操作を行って、まったく同じように動作するかどうかを確認します。

一見無駄なようなこの観察が、あとで必ず役に立ちます。

2.3 INT 1BH発見がポイント

INT 1BHというのは、あまりにも有名なディスクアクセスを行うための割り込み命令です。PC－9801では、この命令はディスクBIOSに割り当てられており、この命令を実行することによって、ディスクBIOSを使用することができるわけです（詳細は既刊『PC-9800シリーズ　ザ・プロテクト』を参照）。

なぜINT 1BHが重要かというと、プロテクトのチェックに、このINT 1BHを用いている場合が多いからです。INT 1BHはかなり細かな操作まで行うことができるため、チェック程度であればINT 1BHで十分事足ります。このINT 1BHを捜すことは、プロテクトチェックを行っている場所を捜すことになります。

INT 1BHは容易に捜すことができます。プロテクトチェックを行っていそうなプログラムファイルをデバッガで読み込み、デバッガの検索機能を使って位置を見つけます。例として、FORMAT.EXE内のINT 1BHを捜してみます（FORMAT.EXEにプロテクトチェック機能が含まれているわけではありませんが）。図2.5に示すオペレーションは、FORMAT.EXE内のINT 1BHを捜してみた例です。

基本的にチェックルーチン捜しは、INT 1BH捜しから始めればよいのですが、これでも十分ではありません。それは、あらかじめINT 1BHが捜されるであろうことを想定したチェックルーチンが、ふつうとなっているからです（とはいえ多くのソフトウェアはこの段階でチェックルーチンを外されてしまいます）。これについては応用編で触れます。

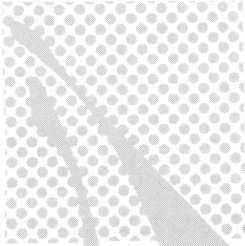
■図 2.5　INT 1BH を捜す

```
A>symdeb format.exe ⏎ ―――コマンドファイルを指定して読み込む
Microsoft Symbolic Debug Utility
Version 3.01
(C)Copyright Microsoft Corp 1984, 1985
Processor is [8086]
-r ⏎ ―――プログラムのサイズを確かめる          ―――82F6H バイトだ
AX=0000  BX=0000  CX=82F6  DX=0000  SP=0100  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C9  ES=30C9  SS=3100  CS=3110  IP=0000   NV UP EI PL NZ NA PO NC
3110:0000 BC0001          MOV     SP,0100
-s0 82f6 cd 1b ⏎ ―――プログラムサイズだけ"CD""1B"という並びを捜す
30C9:06DA
30C9:071C
30C9:0741
30C9:187F
30C9:188B
30C9:1AFA
30C9:1BAD
30C9:1BC1
30C9:1BDF
30C9:1C10
30C9:1C24
30C9:1C3F
30C9:1C56
30C9:1CB5
30C9:1CF2
30C9:1D06
30C9:1DA4
30C9:1DB5
30C9:1DC4
30C9:1DCB
30C9:1DD9
30C9:1E1F
30C9:1E2F
30C9:1F07
30C9:1FBD
30C9:1FD1               ―――これだけある!
30C9:288C
30C9:2899
30C9:29E2
30C9:29FC
30C9:2B54
30C9:2B60
30C9:2BCF
30C9:43AA
30C9:498F
30C9:4B43
30C9:4B96
30C9:647C
30C9:6489
30C9:65ED
30C9:660F
30C9:66FA
30C9:6706
30C9:6815
30C9:6821
30C9:6EDD
30C9:6EE9
30C9:6F15
30C9:6F21
30C9:6F3B
30C9:71AC
30C9:71B8
30C9:788E
30C9:7C5D
```

2.4　環境変数を調べる

環境変数とは、コマンドの動作を外部から指定するためのもので、PATH や PROMPT がその代表格です。環境変数の働きを理解するには、PATH や PROMPT などの働きを理解することが最も近道です。PATH は、コマンドを検索するパスを保持するもので、PROMPT はプロンプト（"A>"など）の形式を保持するためのものです。すなわち、情報をすぐには変更しないが、できるだけ柔軟に状況に対応できる方法はないか、というのが環境なのです。

環境は、PATH や PROMPT などの標準的なもののほか、LIB や INCLUDE などのように、特定のアプリケーションに参照が限定されるものもあります。LIB は LINK.EXE などで参照され、ライブラリファイルの存在するパスを表しますし、INCLUDE は C 言語のコンパイラで参照され、ヘッダファイルの存在するパスを表します。いちど環境変数に設定しておけば、コマンド起動時に明示的に指定してやる必要はないのです。

解読を行うには、この環境変数をチェックすることも必要です。なぜなら、あるアプリケーションにのみ有効な環境変数が設定されていなければ、動作しないことも考えられるからで、アプリケーションを正常に動作させた際、環境変数のようすを確認してみることも必要です。環境変数は、SET コマンドで見ることができます。

3

解読支援ツール

基礎編の最後は、プログラム解読に便利なユーティリティ群を取り上げましょう。これらはチェックルーチン捜しだけでなく、通常のプログラムの解読にも十分役立つはずです。

3.1 実行中断・レジスタ値表示

キー入力割り込みを利用して、任意の位置におけるレジスタの内容を表示するユーティリティ DREG.COM を紹介します。これは、PC－9801 に存在する COPY キーの機能を、COPY キーを押した時点でのレジスタ値、またはメモリ値の内容をプリンタへ打ち出すものです。

プログラムの動作原理は単純です。COPY キーが押されると、"INT 06H"に対応する割り込みが発生することを利用して、対応する割り込みベクタを DREG の用意するルーチンのアドレスへ書き換えておきます。それ以降で COPY キーが押されれば、DREG 内のルーチンへ制御が移りますから、そこで、レジスタ値のプリンタ出力などの処理を行えばよいわけです。レジスタ CS、レジスタ IP の内容の取り出しについては、3.2 を参照してください。

DREG の詳しい使用法を説明します。まず、何もパラメータを与えずに DREG を起動します。すると、COPY キーを押したときに出力したいメモリの位置を聞いてきますので、アドレスとサイズ

を次の形式で入力してください。

XXXX：YYYY, B/W/D

ここでXXXXはセグメントベース、YYYYはオフセットアドレスです。また、”,”のあとにはBかWかDを指定してください。Bを指定した場合には1バイト（ZZ）、Wを指定した場合には2バイト(ZZZZ)、Dを指定した場合には4バイト(ZZZZ：ZZZZ)のメモリ内容を出力します。これは連続して聞いてきますので、終るときにはリターンキーのみを入力してください。これらの指定は10個まで行うことができます。

ただし、DREGには使用上の制限があり、DREGを実行した後に、COPYキー割り込みに対応した割り込みベクタを書き換えられれば、当然機能は失われます。また、プリンタ出力中にCOPYキーを押せば、プリンタへの出力が不安定になることがあります。

ためしに、DREGをDISKCOPY.COMの実行中に呼び出してみました。そのようすを図3.1として示しておきます。

■図 3.1　DISKCOPY.COM の実行を追う

```
A>DREG ↵                                        ―DREGを常駐させる

アドレスを入力して下さい(SEGMENT:OFFSET,B/W/D): 9000:0000,B  ┐
アドレスを入力して下さい(SEGMENT:OFFSET,B/W/D): 9000:0000,W  ├―一定アドレスを異った
アドレスを入力して下さい(SEGMENT:OFFSET,B/W/D): 9000:0000,D  ┘  形式で出力してみる
アドレスを入力して下さい(SEGMENT:OFFSET,B/W/D):
COPYキーの機能を変更しました。

A>DISKCOPY A: B: ↵                              ―DISKCOPYを動かす．CSに注目

AX=0001 BX=0018 CX=92F5 DX=2890 SI=0564 DI=1AB4 BP=0838 SP=082E IP=2192
CS=FD80 DS=0000 ES=FD80 SS=0664 FLAGS=F246
MEMORY: 9000:0000 00           ┐
MEMORY: 9000:0000 0000         ├―コピー元のディスクから読み始めたところで出力
MEMORY: 9000:0000 0000:0000    ┘  メモリは0のままである

AX=0002 BX=0018 CX=3C31 DX=2890 SI=056C DI=1AB4 BP=0838 SP=082C IP=2190
CS=FD80 DS=0000 ES=FD80 SS=0664 FLAGS=F246
MEMORY: 9000:0000 3F           ┐
MEMORY: 9000:0000 413F         ├―読み込みが終わり，コピー先に書き始めたところで出力
MEMORY: 9000:0000 A232:413F    ┘  メモリ内にデータが確認できる
```

```
AX=0002 BX=0018 CX=778F DX=2890 SI=056C DI=1AB4 BP=0830 SP=0824 IP=2190
CS=FD80 DS=0000 ES=FD80 SS=0664 FLAGS=F246
MEMORY: 9000:0000 8B
MEMORY: 9000:0000 468B          ──2回目の読み込み．データが変化している
MEMORY: 9000:0000 0B19:468B

AX=0002 BX=0018 CX=2C1F DX=2890 SI=056C DI=1AB4 BP=0838 SP=082C IP=2190
CS=FD80 DS=0000 ES=FD80 SS=0664 FLAGS=F246
MEMORY: 9000:0000 8B
MEMORY: 9000:0000 468B          ──3回目の読み込みではここまでこなかった
MEMORY: 9000:0000 0B19:468B
N
A>
AX=0300 BX=033A CX=0001 DX=007F SI=90A3 DI=035E BP=0001 SP=0518 IP=00B9
CS=0D4E DS=0D4E ES=0664 SS=0D4E FLAGS=F206
MEMORY: 9000:0000 8B
MEMORY: 9000:0000 468B          ──コマンド待ちのとき
MEMORY: 9000:0000 0B19:468B
```

■図 3.2 DREG.ASM ソースリスト

```
;*********************************************************************
;
;       DREG.ASM
;
;       COPYキーによる実行の中断・レジスタ値・メモリ値の表示
;
;       COPYRIGHT(C) 1987 BY SHUWA SYSTEM TRADING CO.,LTD.
;
;       LAST MODIFIED ON JANUARY 30TH,1987
;
;*********************************************************************
;
MEM_PACK        STRUC           ; アドレスセーブ領域の構造
SIZES           DB      ?       ; 表示サイズ
OFFSETS         DW      ?       ; 表示アドレスオフセット
SEGMENTS        DW      ?       ; 表示アドレスセグメント
MEM_PACK        ENDS
;
COPY_VECT       EQU     5       ; COPYキー割り込みのベクタ番号
MAX_SAVE        EQU     10      ; 最大アドレスセーブ数
;
CODE    SEGMENT
        ASSUME  CS:CODE,DS:CODE,ES:CODE,SS:CODE
;
        ORG     100H
;
DREG    PROC    NEAR
        LEA     BX,MEM_INFO     ; メモリ情報ブロックの先頭
        XOR     SI,SI           ; メモリ情報ブロックのオフセット
        XOR     CX,CX           ; メモリ情報ブロックのカウンタ
;
INPUT_ADDRESS:
        CMP     CX,MAX_SAVE     ; 最大アドレス数を越えたか？
        JE      INPUT_END       ; 越えたら入力を終了
;
        LEA     DX,PROMPT       ; 入力を促すプロンプトのアドレス
        MOV     AH,9
        INT     21H
;
        LEA     DX,IN_BUFFER    ; キーボードから入力
```

```
        MOV     AH,10
        INT     21H
;
        CMP     IN_BUFFER+1,0   ; リターンキーのみの入力か見る
        JE      INPUT_END       ; リターンキーのみの入力であった
;
        LEA     DI,IN_BUFFER+2  ; 入力バッファの文字部のアドレス
        CALL    GET_HEX         ; セグメントアドレスを取り出す
        MOV     [BX+SI].SEGMENTS,AX     ; セグメントアドレスをセット
        MOV     AL,[DI]         ; 区切りがあるか見る
        CMP     AL,':'          ; 区切りは正しいか?
        JE      GOOD_DELIMIT    ; 区切りは正常であった
;
DISP_BAD_MESSAGE:
        LEA     DX,BAD_INPUT    ; 入力が不正であるというメッセージを表示
        MOV     AH,9
        INT     21H
        JMP     INPUT_ADDRESS   ; 入力をもういちどやり直す
;
GOOD_DELIMIT:
        INC     DI              ; オフセットアドレスを取り出す
        CALL    GET_HEX
        MOV     [BX+SI].OFFSETS,AX      ; オフセットアドレスをセット
        MOV     AL,[DI]         ; 区切りがあるか見る
        CMP     AL,','          ; 区切りは正しいか?
        JNE     DISP_BAD_MESSAGE; 区切りが正しくない
        INC     DI              ; サイズ指定を取り出す
        MOV     AL,[DI]         ; 1文字取り出す
        CMP     AL,'a'          ; 英子文字か判断する
        JB      ANALYSE_CHAR    ; 英大文字か数字
;
        CMP     AL,'z'          ; 英子文字か判断する
        JA      ANALYSE_CHAR    ; 英子文字でない
;
        SUB     AL,20H          ; 英大文字へ変換
;
ANALYSE_CHAR:
        CMP     AL,'B'          ; 1バイト表示の指示か?
        MOV     DL,1            ; サイズを1バイトへ
        JE      SET_SIZE        ; 1バイト表示の指示
;
        CMP     AL,'W'          ; 2バイト表示の指示か?
        MOV     DL,2            ; サイズを2バイトへ
        JE      SET_SIZE        ; 2バイト表示の指示
;
        CMP     AL,'D'          ; 4バイト表示の指示か?
        MOV     DL,4            ; サイズを4バイトへ
        JNE     DISP_BAD_MESSAGE; 文字が不正
;
SET_SIZE:
        MOV     [BX+SI].SIZES,DL; サイズをセット
        ADD     SI,SIZE MEM_PACK; 次のアドレスへ
        INC     CX              ; アドレス数を増す
        JMP     INPUT_ADDRESS
;
INPUT_END:
        MOV     AH,25H          ; 割り込みベクタ書き換え
        MOV     AL,COPY_VECT
        LEA     DX,ENTRY        ; 割り込み処理ルーチンのアドレス
        INT     21H
        MOV     AH,9            ; 変更した旨のメッセージを表示
        LEA     DX,MESSAGE
        INT     21H
        MOV     AX,3100H        ; 常駐終了
        MOV     DX,100H
        INT     21H
```

```
;
MEM_INFO          MEM_PACK          MAX_SAVE DUP(<0,0,0>)
;
IN_BUFFER         DB        16        ; キー入力バッファ（最大文字数）
                  DB        ?         ; 実際に入力された文字数
                  DB        16 DUP(?)         ; 文字部
;
PROMPT            DB        13,10
                  DB        'アドレスを入力して下さい'
                  DB        '(SEGMENT:OFFSET,B/W/D): '
                  DB        '$'
;
BAD_INPUT         DB        13,10
                  DB        '入力が正しくありません！！'
                  DB        7,'$'
;
MESSAGE           DB        13,10
                  DB        'COPYキーの機能を変更しました。'
                  DB        13,10,'$'
;
SIZE_BUFFER1      =         OFFSET OUT_BUFFER2-OFFSET OUT_BUFFER1
OUT_BUFFER1       DB        13,10,'AX='       ; レジスタ値出力用バッファ
OUT_AX            DB        '0000 BX='
OUT_BX            DB        '0000 CX='
OUT_CX            DB        '0000 DX='
OUT_DX            DB        '0000 SI='
OUT_SI            DB        '0000 DI='
OUT_DI            DB        '0000 BP='
OUT_BP            DB        '0000 SP='
OUT_SP            DB        '0000 IP='
OUT_IP            DB        '0000',13,10
;
SIZE_BUFFER2      =         OFFSET OUT_BUFFER3-OFFSET OUT_BUFFER2
OUT_BUFFER2       DB        'CS='             ; セグメントレジスタ値出力用バッファ
OUT_CS            DB        '0000 DS='
OUT_DS            DB        '0000 ES='
OUT_ES            DB        '0000 SS='
OUT_SS            DB        '0000 FLAGS='
OUT_FLAGS         DB        '0000',13,10
;
SIZE_BUFFER3      =         OFFSET AXSAVE-OFFSET OUT_BUFFER3
OUT_BUFFER3       DB        'MEMORY: '        ; メモリ値出力用バッファ
OUT_SEGMENT       DB        '0000:'
OUT_OFFSET        DB        '0000 '
OUT_MEMORY        DB        9 DUP(?)
                  DB        13,10
;
AXSAVE            DW        ?         ; レジスタAXをセーブする領域
BXSAVE            DW        ?         ; レジスタBXをセーブする領域
CXSAVE            DW        ?         ; レジスタCXをセーブする領域
DXSAVE            DW        ?         ; レジスタDXをセーブする領域
SISAVE            DW        ?         ; レジスタSIをセーブする領域
DISAVE            DW        ?         ; レジスタDIをセーブする領域
BPSAVE            DW        ?         ; レジスタBPをセーブする領域
SPSAVE            DW        ?         ; レジスタSPをセーブする領域
DSSAVE            DW        ?         ; レジスタDSをセーブする領域
ESSAVE            DW        ?         ; レジスタESをセーブする領域
SSSAVE            DW        ?         ; レジスタSSをセーブする領域
;
ENTRY     PROC    FAR                 ; COPYキーが押下時の割込処理ルーチン
          STI                         ; 割り込みを禁止する
          MOV     CS:AXSAVE,AX        ; レジスタAXをセーブ
          MOV     CS:BXSAVE,BX        ; レジスタBXをセーブ
          MOV     CS:CXSAVE,CX        ; レジスタCXをセーブ
          MOV     CS:DXSAVE,DX        ; レジスタDXをセーブ
          MOV     CS:SISAVE,SI        ; レジスタSIをセーブ
```

```
        MOV     CS:DISAVE,DI      ; レジスタDIをセーブ
        MOV     CS:BPSAVE,BP      ; レジスタBPをセーブ
        MOV     CS:SPSAVE,SP      ; レジスタSPをセーブ
        MOV     CS:DSSAVE,DS      ; レジスタDSをセーブ
        MOV     CS:ESSAVE,ES      ; レジスタESをセーブ
        MOV     CS:SSSAVE,SS      ; レジスタSSをセーブ
;
        MOV     BP,SP             ; スタックトップの値をBPへコピー
        LEA     BP,[BP+6]         ; 表示不用な部分をスキップする
;
        MOV     AX,CS:AXSAVE      ; レジスタの内容を表示(レジスタAX)
        LEA     DI,OUT_AX
        CALL    SET_HEX
;
        MOV     AX,CS:BXSAVE      ; レジスタBXの内容をバッファへセット
        LEA     DI,OUT_BX
        CALL    SET_HEX
;
        MOV     AX,CS:CXSAVE      ; レジスタCXの内容をバッファへセット
        LEA     DI,OUT_CX
        CALL    SET_HEX
;
        MOV     AX,CS:DXSAVE      ; レジスタDXの内容をバッファへセット
        LEA     DI,OUT_DX
        CALL    SET_HEX
;
        MOV     AX,CS:SISAVE      ; レジスタSIの内容をバッファへセット
        LEA     DI,OUT_SI
        CALL    SET_HEX
;
        MOV     AX,CS:DISAVE      ; レジスタDIの内容をバッファへセット
        LEA     DI,OUT_DI
        CALL    SET_HEX
;
        MOV     AX,CS:BPSAVE      ; レジスタBPの内容をバッファへセット
        LEA     DI,OUT_BP
        CALL    SET_HEX
;
        MOV     AX,CS:SPSAVE      ; レジスタSPの内容をバッファへセット
        ADD     AX,6              ; 割り込み発生に合せて補正
        LEA     DI,OUT_SP
        CALL    SET_HEX
;
        MOV     AX,[BP]           ; レジスタIPの内容をバッファへセット
        LEA     DI,OUT_IP
        CALL    SET_HEX
;
        LEA     BX,OUT_BUFFER1    ; 汎用レジスタの値をプリンタへ出力
        MOV     CX,SIZE_BUFFER1
        CALL    OUT_PRINTER
;
        MOV     AX,CS:DSSAVE      ; レジスタDSの内容をバッファへセット
        LEA     DI,OUT_DS
        CALL    SET_HEX
;
        MOV     AX,CS:ESSAVE      ; レジスタESの内容をバッファへセット
        LEA     DI,OUT_ES
        CALL    SET_HEX
;
        MOV     AX,CS:SSSAVE      ; レジスタSSの内容をバッファへセット
        LEA     DI,OUT_SS
        CALL    SET_HEX
;
        MOV     AX,[BP+2]         ; レジスタCSの内容をバッファへセット
        LEA     DI,OUT_CS
        CALL    SET_HEX
;
```

```
        MOV     AX,[BP+4]           ; フラグレジスタの内容をバッファへセット
        LEA     DI,OUT_FLAGS
        CALL    SET_HEX
;
        LEA     BX,OUT_BUFFER2      ; セグメントレジスタの値をプリンタへ出力
        MOV     CX,SIZE_BUFFER2
        CALL    OUT_PRINTER
;
        LEA     BX,MEM_INFO         ; アドレス情報領域のアドレス
        XOR     SI,SI               ; アドレス情報領域のオフセット
        XOR     CX,CX               ; アドレス数をカウント
;
OUT_LOOP:
        CMP     CX,MAX_SAVE                 ; すべてのアドレスを出力したか?
        JNE     OUT_LOOP1
        JMP     ENTRY_EXIT                  ; 出力したら終了
;
OUT_LOOP1:
        CMP     CS:[BX+SI].SIZES,0          ; すべてのアドレスを出力したか?
        JNE     OUT_LOOP2
        JMP     ENTRY_EXIT                  ; 出力したら終了
;
OUT_LOOP2:
        PUSH    CX
        MOV     AX,CS:[BX+SI].SEGMENTS      ; セグメントをバッファへセット
        LEA     DI,OUT_SEGMENT
        CALL    SET_HEX
;
        MOV     AX,CS:[BX+SI].OFFSETS       ; オフセットをバッファへセット
        LEA     DI,OUT_OFFSET
        CALL    SET_HEX
;
        PUSH    BX
        MOV     AL,CS:[BX+SI].SIZES         ; サイズに合せて出力形式を変える
        LES     BX,CS:DWORD PTR [BX+SI].OFFSETS ; 出力対象アドレスを得る
        DEC     AL                          ; 1バイトの出力か?
        JZ      OUT_BYTES                   ; 1バイトの出力を行う
;
        DEC     AL                          ; 2バイトの出力か?
        JZ      OUT_WORDS                   ; 1ワードの出力を行う
;
        MOV     AX,ES:[BX]                  ; オフセット部を取り出す(前半)
        LEA     DI,OUT_MEMORY+5
        CALL    SET_HEX
        MOV     CS:OUT_MEMORY+4,':'         ; セパレータをバッファへセット
        MOV     AX,ES:[BX+2]                ; セグメント部を取り出す(後半)
        LEA     DI,OUT_MEMORY
        CALL    SET_HEX
        JMP     OUT_BUFFERS
;
OUT_BYTES:
        MOV     AX,ES:[BX]                  ; 内容を取り出す
        LEA     DI,OUT_MEMORY
        CALL    SET_HEX2
        MOV     AX,2020H                    ; 残りをスペースで埋める
        MOV     CS:WORD PTR OUT_MEMORY+2,AX
        MOV     CS:WORD PTR OUT_MEMORY+4,AX
        MOV     CS:WORD PTR OUT_MEMORY+6,AX
        MOV     CS:OUT_MEMORY+8,AL
        JMP     OUT_BUFFERS
;
OUT_WORDS:
        MOV     AX,ES:[BX]                  ; 内容を取り出す
        LEA     DI,OUT_MEMORY
        CALL    SET_HEX
        MOV     AX,2020H                    ; 残りをスペースで埋める
```

```
        MOV     CS:WORD PTR OUT_MEMORY+4,AX
        MOV     CS:WORD PTR OUT_MEMORY+6,AX
        MOV     CS:OUT_MEMORY+8,AL
;
OUT_BUFFERS:                            ; メモリ内容バッファの内容を出力
        LEA     BX,OUT_BUFFER3
        MOV     CX,SIZE_BUFFER3
        CALL    OUT_PRINTER
        ADD     SI,SIZE MEM_PACK        ; 次のアドレスへ
        INC     CX
        POP     BX
        JMP     OUT_LOOP                ; 最大アドレス数まで繰り返し
;
ENTRY_EXIT:
        MOV     AX,CS:AXSAVE            ; レジスタAXを復帰
        MOV     BX,CS:BXSAVE            ; レジスタBXを復帰
        MOV     CX,CS:CXSAVE            ; レジスタCXを復帰
        MOV     DX,CS:DXSAVE            ; レジスタDXを復帰
        MOV     SI,CS:SISAVE            ; レジスタSIを復帰
        MOV     DI,CS:DISAVE            ; レジスタDIを復帰
        MOV     BP,CS:BPSAVE            ; レジスタBPを復帰
        MOV     DS,CS:DSSAVE            ; レジスタDSを復帰
        MOV     ES,CS:ESSAVE            ; レジスタESを復帰
        MOV     SS,CS:SSSAVE            ; レジスタSSを復帰
        MOV     SP,CS:SPSAVE            ; レジスタSPを復帰
;
        CLI                             ; 割り込みを許可
        IRET
ENTRY   ENDP
;
OUT_PRINTER     PROC    NEAR            ; プリンタへの出力
        PUSH    ES
        MOV     AX,CS
        MOV     ES,AX
        MOV     AH,30H                  ; プリンタへのブロック出力
        INT     1AH
        POP     ES
        RET
OUT_PRINTER     ENDP
;
GET_HEX PROC    NEAR                    ; 16進数を得る
        XOR     DX,DX                   ; 数をクリア
;
GET_HEX_LOOP:
        MOV     AL,[DI]                 ; 1桁ずつ切り出す
        CMP     AL,'a'                  ; 英子文字か判断する
        JB      ADJUST_NUM              ; 英大文字か数字
;
        CMP     AL,'z'                  ; 英子文字か判断する
        JA      ADJUST_NUM              ; 英子文字でない
;
        SUB     AL,20H                  ; 英大文字へ変換
;
ADJUST_NUM:
        CMP     AL,'0'                  ; 0以下か?
        JB      GET_HEX_EXIT            ; 0以下であった
;
        CMP     AL,'9'                  ; 9以上か?
        JBE     ADJUST_NUM_1            ; 0~9の範囲である
;
        CMP     AL,'A'                  ; A未満か?
        JB      GET_HEX_EXIT            ; Aより小さい
;
        CMP     AL,'F'                  ; F以上か?
        JA      GET_HEX_EXIT            ; F以上であった
;
```

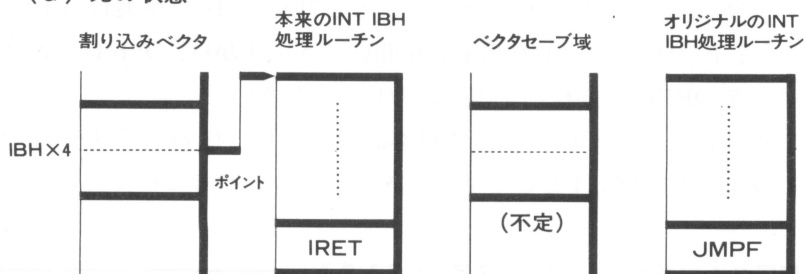
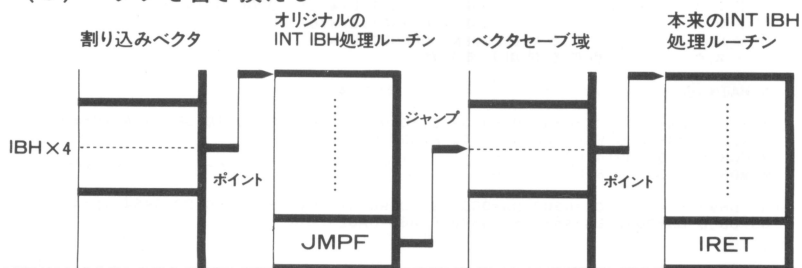
```
ADJUST_NUM_1:
        SUB     AL,'0'          ; バイナリ数へ補正
        CMP     AL,9            ; A～Fか？
        JBE     ADD_NUM         ; 0～9である
;
        SUB     AL,7            ; 補正
;
ADD_NUM:
        CBW                     ; 8ビットを16ビットへ変換
        SHL     DX,1            ; DXを16倍する
        SHL     DX,1
        SHL     DX,1
        SHL     DX,1
        ADD     DX,AX
        INC     DI
        JMP     GET_HEX_LOOP
;
GET_HEX_EXIT:
        MOV     AX,DX           ; 結果をレジスタAXへ
        RET
GET_HEX ENDP
;
SET_HEX PROC    NEAR            ; 4桁の16進数をバッファへセット
        XCHG    AL,AH           ; 上位バイトをセット
        CALL    SET_HEX2
        ADD     DI,2
        XCHG    AL,AH           ; 下位バイトをセット
        CALL    SET_HEX2
        RET
SET_HEX ENDP
;
SET_HEX2        PROC    NEAR    ; 2桁の16進数をバッファへセット
        PUSH    AX
        SHR     AL,1            ; 上位4ビットを取り出す
        SHR     AL,1
        SHR     AL,1
        SHR     AL,1
        ADD     AL,'0'          ; ASCII文字へ変換
        CMP     AL,'9'          ; 0～9か？
        JBE     NOT_A_F
;
        ADD     AL,7            ; A～Fへ補正
;
NOT_A_F:
        MOV     CS:[DI],AL      ; バッファへ格納
        POP     AX
        AND     AL,0FH          ; 下位4ビットを取り出す
        ADD     AL,'0'          ; ASCII文字へ変換
        CMP     AL,'9'          ; 0～9か？
        JBE     NOT_A_F2
;
        ADD     AL,7            ; A～Fへ補正
;
NOT_A_F2:
        MOV     CS:[DI+1],AL    ; バッファへ格納
        RET
SET_HEX2        ENDP
;
DREG    ENDP
;
CODE    ENDS
;
        END     DREG
```

■図 3.2　DREG.COM　ダンプリスト

```
00000000 : 8D 1E 8C 01 33 F6 33 C9 83 F9 0A 74 65 8D 16 D0  : 72F
00000010 : 01 B4 09 CD 21 8D 16 BE 01 B4 0A CD 21 80 3E BF  : 637
00000020 : 01 00 74 4E 8D 3E C0 01 E8 99 03 89 40 03 8A 05  : 52E
00000030 : 3C 3A 74 0A 8D 16 03 02 B4 09 CD 21 EB CA 47 E8  : 62B
00000040 : 82 03 89 40 01 8A 05 3C 2C 75 E9 47 8A 05 3C 61  : 517
00000050 : 72 06 3C 7A 77 02 2C 20 3C 42 B2 01 74 0C 3C 57  : 437
00000060 : B2 02 74 06 3C 44 B2 04 75 CA 88 10 83 C6 05 41  : 5CA
00000070 : EB 96 B4 25 B0 05 8D 16 EE 02 CD 21 B4 09 8D 16  : 6F0
00000080 : 21 02 CD 21 B8 00 31 BA 00 01 CD 21 00 00 00 00  : 3A3
00000090 : 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  : 000
000000A0 : 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  : 000
000000B0 : 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 10 00  : 010
000000C0 : 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  : 000
000000D0 : 0D 0A 83 41 83 68 83 8C 83 58 82 F0 93 FC 97 CD  : 815
000000E0 : 82 B5 82 C4 89 BA 82 B3 82 A2 28 53 45 47 4D 45  : 7B2
000000F0 : 4E 54 3A 4F 46 46 53 45 54 2C 42 2F 57 2F 44 29  : 433
00000100 : 3A 20 24 0D 0A 93 FC 97 CD 82 AA 90 B3 82 B5 82  : 7B0
00000110 : AD 82 A0 82 E8 82 DC 82 B9 82 F1 81 49 81 49 07  : 8E0
00000120 : 24 0D 0A 43 4F 50 59 83 4C 81 5B 82 CC 8B 40 94  : 5CE
00000130 : 5C 82 F0 95 CF 8D 58 82 B5 82 DC 82 B5 82 BD 81  : 9A3
00000140 : 42 0D 0A 24 0D 0A 41 58 3D 30 30 30 30 20 42 58  : 2E4
00000150 : 3D 30 30 30 30 20 43 58 3D 30 30 30 30 20 44 58  : 371
00000160 : 3D 30 30 30 30 20 53 49 3D 30 30 30 30 20 44 49  : 363
00000170 : 3D 30 30 30 30 20 42 50 3D 30 30 30 30 20 53 50  : 36F
00000180 : 3D 30 30 30 30 20 49 50 3D 30 30 30 30 0D 0A 43  : 30D
00000190 : 53 3D 30 30 30 30 20 44 53 3D 30 30 30 30 20 45  : 369
000001A0 : 53 3D 30 30 30 30 20 53 53 3D 30 30 30 30 20 46  : 379
000001B0 : 4C 41 47 53 3D 30 30 30 30 0D 0A 4D 45 4D 4F 52  : 3BB
000001C0 : 59 3A 20 30 30 30 30 3A 30 30 30 30 20 00 00 00  : 28D
000001D0 : 00 00 00 00 00 00 0D 0A 00 00 00 00 00 00 00 00  : 017
000001E0 : 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 FB 2E  : 129
000001F0 : A3 D8 02 2E 89 1E DA 02 2E 89 0E DC 02 2E 89 16  : 59E
00000200 : DE 02 2E 89 36 E0 02 2E 89 3E E2 02 2E 89 2E E4  : 651
00000210 : 02 2E 89 26 E6 02 2E 8C 1E E8 02 2E 8C 06 EA 02  : 535
00000220 : 2E 8C 16 EC 02 8B EC 8D 6E 06 2E A1 D8 02 8D 3E  : 6AA
00000230 : 49 02 E8 C6 01 2E A1 DA 02 8D 3E 51 02 E8 BB 01  : 667
00000240 : 2E A1 DC 02 8D 3E 59 02 E8 B0 01 2E A1 DE 02 8D  : 6A8
00000250 : 3E 61 02 E8 A5 01 2E A1 E0 02 8D 3E 69 02 E8 9A  : 698
00000260 : 01 2E A1 E2 02 8D 3E 71 02 E8 8F 01 2E A1 E4 02  : 61F
00000270 : 8D 3E 79 02 E8 84 01 2E A1 E6 02 05 06 00 8D 3E  : 540
00000280 : 81 02 E8 76 01 8B 46 00 8D 3E 89 02 E8 6C 01 8D  : 5EB
00000290 : 1E 44 02 B9 4B 00 E8 20 01 2E A1 E8 02 8D 3E 9A  : 58F
000002A0 : 02 E8 57 01 2E A1 EA 02 8D 3E A2 02 E8 4C 01 2E  : 5CF
000002B0 : A1 EC 02 8D 3E AA 02 E8 41 01 8B 46 02 8D 3E 92  : 660
000002C0 : 02 E8 37 01 8B 46 04 8D 3E B5 02 E8 2D 01 8D 1E  : 53A
000002D0 : 8F 02 B9 2C 00 E8 E1 00 8D 1E 8C 01 33 F6 33 C9  : 69C
000002E0 : 83 F9 0A 75 03 E9 99 00 2E 80 38 00 75 03 E9 90  : 657
000002F0 : 00 51 2E 8B 40 03 8D 3E C3 02 E8 FE 00 2E 8B 40  : 5BC
00000300 : 01 8D 3E C8 02 E8 F3 00 53 2E 8A 00 2E C4 58 01  : 5C7
00000310 : FE C8 74 22 FE C8 74 3E 26 8B 07 8D 3E D2 02 E8  : 813
00000320 : D9 00 2E C6 06 D1 02 3A 26 8B 47 02 8D 3E CD 02  : 574
00000330 : E8 C8 00 EB 3A 90 26 8B 07 8D 3E CD 02 E8 C9 00  : 768
00000340 : B8 20 20 2E A3 CF 02 2E A3 D1 02 2E A3 D3 02 2E  : 612
00000350 : A2 D5 02 EB 1A 90 26 8B 07 8D 3E CD 02 E8 9B 00  : 6E3
00000360 : B8 20 20 2E A3 D1 02 2E A3 D3 02 2E A2 D5 02 8D  : 676
00000370 : 1E BB 02 B9 1D 00 E8 40 00 83 C6 05 41 5B E9 5F  : 60B
00000380 : FF 2E A1 D8 02 2E 8B 1E DA 02 2E 8B 0E DC 02 2E  : 62E
00000390 : 8B 16 DE 02 2E 8B 36 E0 02 2E 8B 3E E2 02 2E 8B  : 5E6
000003A0 : 2E E4 02 2E 8E 1E E8 02 2E 8E 06 EA 02 2E 8E 16  : 558
000003B0 : EC 02 2E 8B 26 E6 02 FA CF 06 8C C8 8E C0 B4 30  : 80A
000003C0 : CD 1A 07 C3 33 D2 8A 05 3C 61 72 06 3C 7A 77 02  : 589
000003D0 : 2C 20 3C 30 72 22 3C 39 76 08 3C 41 72 1A 3C 46  : 3CA
000003E0 : 77 16 2C 30 3C 09 76 02 2C 07 98 D1 E2 D1 E2 D1  : 6A8
000003F0 : E2 D1 E2 03 D0 47 EB CE 8B C2 C3 86 C4 E8 09 00  : 9B3
00000400 : 83 C7 02 86 C4 E8 01 00 C3 50 D0 E8 D0 E8 D0 E8  : 9BA
00000410 : D0 E8 04 30 3C 39 76 02 04 07 2E 88 05 58 24 0F  : 42A
00000420 : 04 30 3C 39 76 02 04 07 2E 88 45 01 C3           : 2EB
```

3.2 ディスクアクセスのロギング

2.3 において触れたように、INT 1BH はチェックルーチンのありかを示しているのですが（もちろん正規に使用されている場合もあります）、これでは、INT 1BH が存在する場所しかわかりません。いつ実行されるかまでは、プログラムを追跡してみない限りわからないのです。そこで、INT 1BH が実行される状況をプリンタへ打ち出すユーティリティ DLOG.COM を紹介します。

■図 3.3　ディスクアクセスのロギング

プログラムの原理は単純です。まず、割り込み番号1BHに対応する割り込みベクタのアドレスを算出します。次にそのアドレスをどこかにセーブしておき、自らが用意するINT 1BH処理ルーチンのアドレスを、代わりに設定しておきます。INT 1BHが実行されると制御は自分の中に移るわけですが、ここでスタックからレジスタCSとレジスタIPの値を取り出し、それらを16進数でプリンタへ出力します。また、レジスタの内容もプリンタへ出力します。そこで、セーブしておいた本来のINT 1BH処理ルーチンのアドレスへジャンプするのです。もちろん、アドレスやレジスタの内容の表示において、レジスタの内容は保存しておきます。このようすを図3.3として示しました。

DLOGの詳しい使用法を説明します。まず、何もパラメータを与えずにDLOGを起動します。すると"INT 1BH"が実行された際に、出力したいメモリの位置を聞いてきますから、アドレスとサイズをDREGと同様の手順で入力してください。

ためしに、DLOGを用いて日本語ワープロ『松86』を実行させてみました。図3.4として示しておきますので参考にしてください。

■図3.4 『松86』のディスクアクセスを見る

```
A>DLOG ↵                                          ―― DLOGを常駐させる

アドレスを入力して下さい(SEGMENT:OFFSET,B/W/D):  0000:0014,D ┐
アドレスを入力して下さい(SEGMENT:OFFSET,B/W/D):  0000:0018,D ┘―― COPY.STOPキーのベクタをみてみる
アドレスを入力して下さい(SEGMENT:OFFSET,B/W/D):
ディスクロギング機能を付加しました。

A>MATU ↵                                          ―― 松86を起動

AX=D690 BX=0400 CX=0307 DX=0103 SI=D690 DI=0010 BP=0010 SP=047A IP=4D8E
CS=0060 DS=0060 ES=44F6 SS=0646 FLAGS=FA02
MEMORY: 0000:0014 0060:51CE
MEMORY: 0000:0018 0AB3:2670   ―― CS=0060HだからIO.SYSから行われているものとみれる

AX=D690 BX=0400 CX=0300 DX=0002 SI=D690 DI=0010 BP=0010 SP=0464 IP=4D8E
CS=0060 DS=0060 ES=44B5 SS=0646 FLAGS=FA02
```

```
MEMORY: 0000:0014 0060:51CE
MEMORY: 0000:0018 0AB3:2670

AX=D690 BX=0400 CX=0307 DX=0104 SI=D690 DI=0010 BP=0010 SP=047C IP=4D8E
CS=0060 DS=                     0646 FLAGS=FA02
MEMORY
MEM         0014 0060:51CE
            0000:0018 0AB3:2670
                                              BP=0010 SP=047A IP=4D8E
 X=D690 BX=0C00 CX=030F DX=0101 SI=D690 DI=
CS=0060 DS=0060 ES=5D12 SS=0646 FLAGS=FA02
MEMORY: 0000:0014 0060:51CE
MEMORY: 0000:0018 0AB3:2670

AX=D690 BX=0400 CX=030F DX=0104 SI=D690 DI=0000 BP=0000 SP=0484 IP=4D8E
CS=0060 DS=0060 ES=AFB0 SS=0646 FLAGS=FA02
MEMORY: 0000:0014 5D32:086A ┐
MEMORY: 0000:0018 5D32:0874 ┘──────COPY, STOPキーが変更を受けた

AX=D690 BX=0400 CX=030F DX=0105 SI=D690 DI=0010 BP=0010 SP=0480 IP=4D8E
CS=0060 DS=0060 ES=43F2 SS=0646 FLAGS=FA02
MEMORY: 0000:0014 5D32:086A
MEMORY: 0000:0018 5D32:0874

AX=0490 BX=006C CX=0000 DX=E090 SI=E016 DI=0100 BP=4600 SP=F9CE IP=ECBF
CS=5D32 DS=4D22 ES=0060 SS=4D22 FLAGS=F202
MEMORY: 0000:0014 5D32:086A
MEMORY: 0000:0018 5D32:0874 ──────CS＋0060Hだから松86から直接INT 1BHが実行されたとみなせる

AX=D690 BX=0400 CX=0327 DX=0102 SI=D690 DI=0010 BP=0010 SP=0480 IP=4D8E
CS=0060 DS=0060 ES=43B1 SS=0646 FLAGS=FA02
MEMORY: 0000:0014 5D32:086A
MEMORY: 0000:0018 5D32:0874

AX=D690 BX=0400 CX=0327 DX=0103 SI=D690 DI=0010 BP=0010 SP=0480 IP=4D8E
CS=0060 DS=0060 ES=43B1 SS=0646 FLAGS=FA02
MEMORY: 0000:0014 5D32:086A
MEMORY: 0000:0018 5D32:0874

AX=D690 BX=0400 CX=0327 DX=0104 SI=D690 DI=0010 BP=0010 SP=0480 IP=4D8E
CS=0060 DS=0060 ES=43B1 SS=0646 FLAGS=FA02
MEMORY: 0000:0014 5D32:086A
MEMORY: 0000:0018 5D32:0874

AX=0490 BX=6F51 CX=0001 DX=0003 SI=0010 DI=F680 BP=4600 SP=F9FC IP=2A51
CS=5D32 DS=4D22 ES=0000 SS=4D22 FLAGS=F286
MEMORY: 0000:0014 5D32:086A
MEMORY: 0000:0018 5D32:0874

AX=5690 BX=0400 CX=0300 DX=0001 SI=6408 DI=F300 BP=0000 SP=F9F8 IP=2A51
CS=5D32 DS=4D22 ES=A800 SS=4D22 FLAGS=F246
MEMORY: 0000
MEMORY
                                                BP=0000 SP=F9F6 IP=2A51
```

表示されるアドレスで、セグメントが0060であるものはIO.SYSから行われているもので、プロテクトとは無関係な場合が多いようです。セグメントがそれと異なる場合、プロテクトに使用されている可能性が大です。『松86』の場合は、ハードディスクのリトラクト処理（ヘッドアームを無効シリンダへ移動させる処理）を行っているものも含まれています。

■図 3.5　DLOG.ASM　ソースリスト

```
;*************************************************************
;
;        DLOG.ASM
;
;        INT 1BH発生による実行のレジスタ値・メモリ値の表示
;
;        COPYRIGHT(C) 1987 BY SHUWA SYSTEM TRADING CO.,LTD.
;
;        LAST MODIFIED ON FEBRUARY 2ND,1987
;
;*************************************************************
;
MEM_PACK        STRUC                  ; アドレスセーブ領域の構造
SIZES           DB      ?              ; 表示サイズ
OFFSETS         DW      ?              ; 表示アドレスオフセット
SEGMENTS        DW      ?              ; 表示アドレスセグメント
MEM_PACK        ENDS
;
DISK_VECT       EQU     1BH            ; ディスクBIOS割り込みのベクタ番号
MAX_SAVE        EQU     10             ; 最大アドレスセーブ数
;
CODE    SEGMENT
        ASSUME  CS:CODE,DS:CODE,ES:CODE,SS:CODE
;
        ORG     100H
;
DLOG    PROC    NEAR
        LEA     BX,MEM_INFO            ; メモリ情報ブロックの先頭
        XOR     SI,SI                  ; メモリ情報ブロックのオフセット
        XOR     CX,CX                  ; メモリ情報ブロックのカウンタ
;
INPUT_ADDRESS:
        CMP     CX,MAX_SAVE            ; 最大アドレス数を越えたか?
        JE      INPUT_END              ; 越えたら入力を終了
;
        LEA     DX,PROMPT              ; 入力を促すプロンプトのアドレス
        MOV     AH,9
        INT     21H
;
        LEA     DX,IN_BUFFER           ; キーボードから入力
        MOV     AH,10
        INT     21H
;
        CMP     IN_BUFFER+1,0          ; リターンキーのみの入力か見る
        JE      INPUT_END              ; リターンキーのみの入力であった
;
        LEA     DI,IN_BUFFER+2         ; 入力バッファの文字部のアドレス
```

```
        CALL    GET_HEX           ; セグメントアドレスを取り出す
        MOV     [BX+SI].SEGMENTS,AX     ; セグメントアドレスをセット
        MOV     AL,[DI]           ; 区切りがあるか見る
        CMP     AL,':'            ; 区切りは正しいか?
        JE      GOOD_DELIMIT      ; 区切りは正常であった
;
DISP_BAD_MESSAGE:
        LEA     DX,BAD_INPUT      ; 入力が不正であるというメッセージを表示
        MOV     AH,9
        INT     21H
        JMP     INPUT_ADDRESS     ; 入力をもういちどやり直す
;
GOOD_DELIMIT:
        INC     DI                ; オフセットアドレスを取り出す
        CALL    GET_HEX
        MOV     [BX+SI].OFFSETS,AX      ; オフセットアドレスをセット
        MOV     AL,[DI]           ; 区切りがあるか見る
        CMP     AL,','            ; 区切りは正しいか?
        JNE     DISP_BAD_MESSAGE; 区切りが正しくない
;
        INC     DI                ; サイズ指定を取り出す
        MOV     AL,[DI]           ; 1文字取り出す
        CMP     AL,'a'            ; 英子文字か判断する
        JB      ANALYSE_CHAR      ; 英大文字か数字
;
        CMP     AL,'z'            ; 英子文字か判断する
        JA      ANALYSE_CHAR      ; 英子文字でない
;
        SUB     AL,20H            ; 英大文字へ変換
;
ANALYSE_CHAR:
        CMP     AL,'B'            ; 1バイト表示の指示か?
        MOV     DL,1              ; サイズを1バイトへ
        JE      SET_SIZE          ; 1バイト表示の指示
;
        CMP     AL,'W'            ; 2バイト表示の指示か?
        MOV     DL,2              ; サイズを2バイトへ
        JE      SET_SIZE          ; 2バイト表示の指示
;
        CMP     AL,'D'            ; 4バイト表示の指示か?
        MOV     DL,4              ; サイズを4バイトへ
        JNE     DISP_BAD_MESSAGE; 文字が不正
;
SET_SIZE:
        MOV     [BX+SI].SIZES,DL; サイズをセット
        ADD     SI,SIZE MEM_PACK; 次のアドレスへ
        INC     CX                ; アドレス数を増す
        JMP     INPUT_ADDRESS
;
INPUT_END:
        MOV     AH,35H            ; 割り込みベクタ読み出し
        MOV     AL,DISK_VECT      ; ディスクBIOSの割り込みベクタアドレス
        INT     21H
        MOV     WORD PTR VECTOR_SAVE,BX ; オフセットアドレスを待避
        MOV     WORD PTR VECTOR_SAVE+2,ES       ; セグメントを待避
;
        MOV     AH,25H            ; 割り込みベクタ書き換え
        MOV     AL,DISK_VECT
        LEA     DX,ENTRY          ; 割り込み処理ルーチンのアドレス
        INT     21H
        MOV     AH,9              ; 変更した旨のメッセージを表示
        LEA     DX,MESSAGE
        INT     21H
;
        MOV     AX,3100H          ; 常駐終了
        MOV     DX,100H
```

```
        INT     21H
;
VECTOR_SAVE     DD      ?       ; 本来のINT 1BHベクタ内容退避領域
;
MEM_INFO        MEM_PACK        MAX_SAVE DUP(<0,0,0>)
;
IN_BUFFER       DB      16      ; キー入力バッファ（最大文字数）
                DB      ?       ; 実際に入力された文字数
                DB      16 DUP(?)       ; 文字部
;
PROMPT          DB      13,10
                DB      'アドレスを入力して下さい'
                DB      '(SEGMENT:OFFSET,B/W/D): '
                DB      '$'
;
BAD_INPUT       DB      13,10
                DB      '入力が正しくありません！！'
                DB      7,'$'
;
MESSAGE         DB      13,10
                DB      'ディスクロギング機能を付加しました。'
                DB      13,10,'$'
;
SIZE_BUFFER1    =       OFFSET OUT_BUFFER2-OFFSET OUT_BUFFER1
OUT_BUFFER1     DB      13,10,'AX='     ; レジスタ値出力用バッファ
OUT_AX          DB      '0000 BX='
OUT_BX          DB      '0000 CX='
OUT_CX          DB      '0000 DX='
OUT_DX          DB      '0000 SI='
OUT_SI          DB      '0000 DI='
OUT_D1          DB      '0000 BP='
OUT_BP          DB      '0000 SP='
OUT_SP          DB      '0000 IP='
OUT_IP          DB      '0000',13,10
;
SIZE_BUFFER2    =       OFFSET OUT_BUFFER3-OFFSET OUT_BUFFER2
OUT_BUFFER2     DB      'CS='   ; セグメント値出力用バッファ
OUT_CS          DB      '0000 DS='
OUT_DS          DB      '0000 ES='
OUT_ES          DB      '0000 SS='
OUT_SS          DB      '0000 FLAGS='
OUT_FLAGS       DB      '0000',13,10
;
SIZE_BUFFER3    =       OFFSET AXSAVE-OFFSET OUT_BUFFER3
OUT_BUFFER3     DB      'MEMORY: '      ; メモリ値出力用バッファ
OUT_SEGMENT     DB      '0000:'
OUT_OFFSET      DB      '0000 '
OUT_MEMORY      DB      9 DUP(?)
                DB      13,10
;
AXSAVE          DW      ?       ; レジスタAXをセーブする領域
BXSAVE          DW      ?       ; レジスタBXをセーブする領域
CXSAVE          DW      ?       ; レジスタCXをセーブする領域
DXSAVE          DW      ?       ; レジスタDXをセーブする領域
SISAVE          DW      ?       ; レジスタSIをセーブする領域
DISAVE          DW      ?       ; レジスタDIをセーブする領域
BPSAVE          DW      ?       ; レジスタBPをセーブする領域
SPSAVE          DW      ?       ; レジスタSPをセーブする領域
DSSAVE          DW      ?       ; レジスタDSをセーブする領域
ESSAVE          DW      ?       ; レジスタESをセーブする領域
SSSAVE          DW      ?       ; レジスタSSをセーブする領域
;
ENTRY   PROC    FAR             ; COPYキーが押下時の割込処理ルーチン
        STI                     ; 割り込みを禁止する
        MOV     CS:AXSAVE,AX    ; レジスタAXをセーブ
        MOV     CS:BXSAVE,BX    ; レジスタBXをセーブ
        MOV     CS:CXSAVE,CX    ; レジスタCXをセーブ
```

```
        MOV     CS:DXSAVE,DX    ; レジスタDXをセーブ
        MOV     CS:SISAVE,SI    ; レジスタSIをセーブ
        MOV     CS:DISAVE,DI    ; レジスタDIをセーブ
        MOV     CS:BPSAVE,BP    ; レジスタBPをセーブ
        MOV     CS:SPSAVE,SP    ; レジスタSPをセーブ
        MOV     CS:DSSAVE,DS    ; レジスタDSをセーブ
        MOV     CS:ESSAVE,ES    ; レジスタESをセーブ
        MOV     CS:SSSAVE,SS    ; レジスタSSをセーブ
;
        MOV     BP,SP           ; スタックトップの値をBPへコピー
;
        MOV     AX,CS:AXSAVE    ; レジスタの内容を表示(レジスタAX)
        LEA     DI,OUT_AX
        CALL    SET_HEX
;
        MOV     AX,CS:BXSAVE    ; レジスタBXの内容をバッファへセット
        LEA     DI,OUT_BX
        CALL    SET_HEX
;
        MOV     AX,CS:CXSAVE    ; レジスタCXの内容をバッファへセット
        LEA     DI,OUT_CX
        CALL    SET_HEX
;
        MOV     AX,CS:DXSAVE    ; レジスタDXの内容をバッファへセット
        LEA     DI,OUT_DX
        CALL    SET_HEX
;
        MOV     AX,CS:SISAVE    ; レジスタSIの内容をバッファへセット
        LEA     DI,OUT_SI
        CALL    SET_HEX
;
        MOV     AX,CS:DISAVE    ; レジスタDIの内容をバッファへセット
        LEA     DI,OUT_DI
        CALL    SET_HEX
;
        MOV     AX,CS:BPSAVE    ; レジスタBPの内容をバッファへセット
        LEA     DI,OUT_BP
        CALL    SET_HEX
;
        MOV     AX,CS:SPSAVE    ; レジスタSPの内容をバッファへセット
        ADD     AX,6            ; 割り込み発生に合せて補正
        LEA     DI,OUT_SP
        CALL    SET_HEX
;
        MOV     AX,[BP]         ; レジスタIPの内容をバッファへセット
        LEA     DI,OUT_IP
        CALL    SET_HEX
;
        LEA     BX,OUT_BUFFER1  ; 汎用レジスタの値をプリンタへ出力
        MOV     CX,SIZE_BUFFER1
        CALL    OUT_PRINTER
;
        MOV     AX,CS:DSSAVE    ; レジスタDSの内容をバッファへセット
        LEA     DI,OUT_DS
        CALL    SET_HEX
;
        MOV     AX,CS:ESSAVE    ; レジスタESの内容をバッファへセット
        LEA     DI,OUT_ES
        CALL    SET_HEX
;
        MOV     AX,CS:SSSAVE    ; レジスタSSの内容をバッファへセット
        LEA     DI,OUT_SS
        CALL    SET_HEX
;
        MOV     AX,[BP+2]       ; レジスタCSの内容をバッファへセット
        LEA     DI,OUT_CS
        CALL    SET_HEX
```

```
;
        MOV     AX,[BP+4]       ; フラグレジスタの内容をバッファへセット
        LEA     DI,OUT_FLAGS
        CALL    SET_HEX
;
        LEA     BX,OUT_BUFFER2  ; セグメントレジスタの値をプリンタへ出力
        MOV     CX,SIZE_BUFFER2
        CALL    OUT_PRINTER
;
        LEA     BX,MEM_INFO     ; アドレス情報領域のアドレス
        XOR     SI,SI           ; アドレス情報領域のオフセット
        XOR     CX,CX           ; アドレス数をカウント
;
OUT_LOOP:
        CMP     CX,MAX_SAVE                 ; すべてのアドレスを出力したか?
        JNE     OUT_LOOP1
        JMP     ENTRY_EXIT                  ; 出力したら終了
;
OUT_LOOP1:
        CMP     CS:[BX+SI].SIZES,0          ; すべてのアドレスを出力したか?
        JNE     OUT_LOOP2
        JMP     ENTRY_EXIT                  ; 出力したら終了
;
OUT_LOOP2:
        PUSH    CX
        MOV     AX,CS:[BX+SI].SEGMENTS      ; セグメントをバッファへセット
        LEA     DI,OUT_SEGMENT
        CALL    SET_HEX
;
        MOV     AX,CS:[BX+SI].OFFSETS       ; オフセットをバッファへセット
        LEA     DI,OUT_OFFSET
        CALL    SET_HEX
;
        PUSH    BX
        MOV     AL,CS:[BX+SI].SIZES         ; サイズで出力形式を変える
        LES     BX,CS:DWORD PTR [BX+SI].OFFSETS ; 出力対象アドレスを得る
        DEC     AL                          ; 1バイトの出力か?
        JZ      OUT_BYTES                   ; 1バイトの出力を行う
;
        DEC     AL                          ; 2バイトの出力か?
        JZ      OUT_WORDS                   ; 1ワードの出力を行う
;
        MOV     AX,ES:[BX]                  ; オフセット部を取り出す(前半)
        LEA     DI,OUT_MEMORY+5
        CALL    SET_HEX
        MOV     CS:OUT_MEMORY+4,':'         ; セパレータをバッファへセット
        MOV     AX,ES:[BX+2]                ; セグメント部を取り出す(後半)
        LEA     DI,OUT_MEMORY
        CALL    SET_HEX
        JMP     OUT_BUFFERS
;
OUT_BYTES:
        MOV     AX,ES:[BX]                  ; 内容を取り出す
        LEA     DI,OUT_MEMORY
        CALL    SET_HEX2
        MOV     AX,2020H                    ; 残りをスペースで埋める
        MOV     CS:WORD PTR OUT_MEMORY+2,AX
        MOV     CS:WORD PTR OUT_MEMORY+4,AX
        MOV     CS:WORD PTR OUT_MEMORY+6,AX
        MOV     CS:OUT_MEMORY+8,AL
        JMP     OUT_BUFFERS
;
OUT_WORDS:
        MOV     AX,ES:[BX]                  ; 内容を取り出す
        LEA     DI,OUT_MEMORY
        CALL    SET_HEX
        MOV     AX,2020H                    ; 残りをスペースで埋める
```

```
        MOV     CS:WORD PTR OUT_MEMORY+4,AX
        MOV     CS:WORD PTR OUT_MEMORY+6,AX
        MOV     CS:OUT_MEMORY+8,AL
;
OUT_BUFFERS:                                ; メモリ出力バッファの内容を出力
        LEA     BX,OUT_BUFFER3
        MOV     CX,SIZE_BUFFER3
        CALL    OUT_PRINTER
        ADD     SI,SIZE MEM_PACK            ; 次のアドレスへ
        INC     CX
        POP     BX
        JMP     OUT_LOOP            ; 最大アドレス数まで繰り返し
;
ENTRY_EXIT:
        MOV     AX,CS:AXSAVE        ; レジスタAXを復帰
        MOV     BX,CS:BXSAVE        ; レジスタBXを復帰
        MOV     CX,CS:CXSAVE        ; レジスタCXを復帰
        MOV     DX,CS:DXSAVE        ; レジスタDXを復帰
        MOV     SI,CS:SISAVE        ; レジスタSIを復帰
        MOV     DI,CS:DISAVE        ; レジスタDIを復帰
        MOV     BP,CS:BPSAVE        ; レジスタBPを復帰
        MOV     DS,CS:DSSAVE        ; レジスタDSを復帰
        MOV     ES,CS:ESSAVE        ; レジスタESを復帰
        MOV     SS,CS:SSSAVE        ; レジスタSSを復帰
        MOV     SP,CS:SPSAVE        ; レジスタSPを復帰
;
        CLI                         ; 割り込みを許可
        JMP     CS:VECTOR_SAVE      ; 本来の処理へ
ENTRY   ENDP
;
OUT_PRINTER     PROC    NEAR        ; プリンタへの出力
        PUSH    ES
        MOV     AX,CS
        MOV     ES,AX
        MOV     AH,30H              ; プリンタへのブロック出力
        INT     1AH
        POP     ES
        RET
OUT_PRINTER     ENDP
;
GET_HEX PROC    NEAR                ; 16進数を得る
        XOR     DX,DX               ; 数をクリア
;
GET_HEX_LOOP:
        MOV     AL,[DI]             ; 1桁ずつ切り出す
        CMP     AL,'a'              ; 英子文字か判断する
        JB      ADJUST_NUM          ; 英大文字か数字
;
        CMP     AL,'z'              ; 英子文字か判断する
        JA      ADJUST_NUM          ; 英子文字でない
;
        SUB     AL,20H              ; 英大文字へ変換
;
ADJUST_NUM:
        CMP     AL,'0'              ; 0以下か?
        JB      GET_HEX_EXIT        ; 0以下であった
;
        CMP     AL,'9'              ; 9以上か?
        JBE     ADJUST_NUM_1        ; 0~9の範囲である
;
        CMP     AL,'A'              ; A未満か?
        JB      GET_HEX_EXIT        ; Aより小さい
;
        CMP     AL,'F'              ; F以上か?
        JA      GET_HEX_EXIT        ; F以上であった
;
```

```
ADJUST_NUM_1:
        SUB     AL,'0'          ; バイナリ数へ補正
        CMP     AL,9            ; A~Fか?
        JBE     ADD_NUM         ; 0~9である
;
        SUB     AL,7            ; 補正
;
ADD_NUM:
        CBW                     ; 8ビットを16ビットへ変換
        SHL     DX,1            ; DXを16倍する
        SHL     DX,1
        SHL     DX,1
        SHL     DX,1
        ADD     DX,AX
        INC     DI
        JMP     GET_HEX_LOOP
;
GET_HEX_EXIT:
        MOV     AX,DX           ; 結果をレジスタAXへ
        RET
GET_HEX ENDP
;
SET_HEX PROC    NEAR            ; 4桁の16進数をバッファへセット
        XCHG    AL,AH           ; 上位バイトをセット
        CALL    SET_HEX2
        ADD     DI,2
        XCHG    AL,AH           ; 下位バイトをセット
        CALL    SET_HEX2
        RET
SET_HEX ENDP
;
SET_HEX2        PROC    NEAR    ; 2桁の16進数をバッファへセット
        PUSH    AX
        SHR     AL,1            ; 上位4ビットを取り出す
        SHR     AL,1
        SHR     AL,1
        SHR     AL,1
        ADD     AL,'0'          ; ASCII文字へ変換
        CMP     AL,'9'          ; 0~9か?
        JBE     NOT_A_F
;
        ADD     AL,7            ; A~Fへ補正
;
NOT_A_F:
        MOV     CS:[DI],AL      ; バッファへ格納
        POP     AX
        AND     AL,0FH          ; 下位4ビットを取り出す
        ADD     AL,'0'          ; ASCII文字へ変換
        CMP     AL,'9'          ; 0~9か?
        JBE     NOT_A_F2
;
        ADD     AL,7            ; A~Fへ補正
;
NOT_A_F2:
        MOV     CS:[DI+1],AL    ; バッファへ格納
        RET
SET_HEX2        ENDP
;
DLOG    ENDP
;
CODE    ENDS
;
        END     DLOG
```

■図 3.5 DLOG.COM ダンプリスト

```
00000000 : 8D 1E 9E 01 33 F6 33 C9 83 F9 0A 74 65 8D 16 E2  : 753
00000010 : 01 B4 09 CD 21 8D 16 D0 01 B4 0A CD 21 80 3E D1  : 65B
00000020 : 01 00 74 4E 8D 3E D2 01 E8 B2 03 89 40 03 8A 05  : 559
00000030 : 3C 3A 74 0A 8D 16 15 02 B4 09 CD 21 EB CA 47 E8  : 63D
00000040 : 9B 03 89 40 01 8A 05 3C 2C 75 E9 47 8A 05 3C 61  : 530
00000050 : 72 06 3C 7A 77 02 2C 20 3C 42 B2 01 74 0C 3C 57  : 437
00000060 : B2 02 74 06 3C 44 B2 04 75 CA 88 10 83 C6 05 41  : 5CA
00000070 : EB 96 B4 35 B0 1B CD 21 89 1E 9A 01 8C 06 9C 01  : 694
00000080 : B4 25 B0 1B 8D 16 06 03 CD 21 B4 09 8D 16 33 02  : 4D3
00000090 : CD 21 B8 00 31 BA 00 01 CD 21 00 00 00 00 00 00  : 380
000000A0 : 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  : 000
000000B0 : 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  : 000
000000C0 : 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  : 000
000000D0 : 10 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  : 010
000000E0 : 00 00 0D 0A 83 41 83 68 83 8C 83 58 82 F0 93 FC  : 6B1
000000F0 : 97 CD 82 B5 82 C4 89 BA 82 B3 82 A2 28 53 45 47  : 884
00000100 : 4D 45 4E 54 3A 4F 46 46 53 45 54 2C 42 2F 57 2F  : 458
00000110 : 44 29 3A 20 24 0D 0A 93 FC 97 CD 82 AA 90 B3 82  : 6E6
00000120 : B5 82 AD 82 A0 82 E8 82 DC 82 B9 82 F1 81 49 81  : 9C7
00000130 : 49 07 24 0D 0A 83 66 83 42 83 58 83 4E 83 8D 83  : 578
00000140 : 4D 83 93 83 4F 8B 40 94 5C 82 F0 95 74 89 C1 82  : 837
00000150 : B5 82 DC 82 B5 82 BD 81 42 0D 0A 24 0D 0A 41 58  : 637
00000160 : 3D 30 30 30 30 20 42 58 3D 30 30 30 30 20 43 58  : 36F
00000170 : 3D 30 30 30 30 20 44 58 3D 30 30 30 30 20 53 49  : 372
00000180 : 3D 30 30 30 30 20 44 49 3D 30 30 30 30 20 42 50  : 359
00000190 : 3D 30 30 30 30 20 53 50 3D 30 30 30 30 20 49 50  : 376
000001A0 : 3D 30 30 30 30 0D 0A 43 53 3D 30 30 30 30 20 44  : 30B
000001B0 : 53 3D 30 30 30 30 20 45 53 3D 30 30 30 30 20 53  : 378
000001C0 : 53 3D 30 30 30 30 20 46 4C 41 47 53 3D 30 30 30  : 3AA
000001D0 : 30 0D 0A 4D 45 4D 4F 52 59 3A 20 30 30 30 30 3A  : 374
000001E0 : 30 30 30 30 20 00 00 00 00 00 00 00 00 00 0D 0A  : 0F7
000001F0 : 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  : 000
00000200 : 00 00 00 00 00 00 FB 2E A3 F0 02 2E 89 1E F2 02  : 487
00000210 : 2E 89 0E F4 02 2E 89 16 F6 02 2E 89 36 F8 02 2E  : 595
00000220 : 89 3E FA 02 2E 89 2E FC 02 2E 89 26 FE 02 2E 8C  : 63D
00000230 : 1E 00 03 2E 8C 06 02 03 2E 8C 16 04 03 8B EC 2E  : 362
00000240 : A1 F0 02 8D 3E 61 02 E8 CA 01 2E A1 F2 02 8D 3E  : 702
00000250 : 69 02 E8 BF 01 2E A1 F4 02 8D 3E 71 02 E8 B4 01  : 6B3
00000260 : 2E A1 F6 02 8D 3E 79 02 E8 A9 01 2E A1 F8 02 8D  : 6F5
00000270 : 3E 81 02 E8 9E 01 2E A1 FA 02 8D 3E 89 02 E8 93  : 6E4
00000280 : 01 2E A1 FC 02 8D 3E 91 02 E8 88 01 2E A1 FE 02  : 66C
00000290 : 05 06 00 8D 3E 99 02 E8 7A 01 8B 46 00 8D 3E A1  : 511
000002A0 : 02 E8 70 01 8D 1E 5C 02 B9 4B 00 E8 24 01 2E A1  : 544
000002B0 : 00 03 8D 3E B2 02 E8 5B 01 2E A1 02 03 8D 3E BA  : 51F
000002C0 : 02 E8 50 01 2E A1 04 03 8D 3E C2 02 E8 45 01 8B  : 559
000002D0 : 46 02 8D 3E AA 02 E8 3B 01 8B 46 04 8D 3E CD 02  : 552
000002E0 : E8 31 01 8D 1E A7 02 B9 2C 00 E8 E5 00 8D 1E 9E  : 669
000002F0 : 01 33 F6 33 C9 83 F9 0A 75 03 E9 99 00 2E 80 38  : 68C
00000300 : 00 75 03 E9 90 00 51 2E 8B 40 03 8D 3E DB 02 E8  : 5CE
00000310 : 02 01 2E 8B 40 01 8D 3E E0 02 E8 F7 00 53 2E 8A  : 594
00000320 : 00 2E C4 58 01 FE C8 74 22 FE C8 74 3E 26 8B 07  : 6D7
00000330 : 8D 3E EA 02 E8 DD 00 2E C6 06 E9 02 3A 26 8B 47  : 693
00000340 : 02 8D 3E E5 02 E8 CC 00 EB 3A 90 26 8B 07 8D 3E  : 6A0
00000350 : E5 02 E8 CD 00 B8 20 20 2E A3 E7 02 2E A3 E9 02  : 70A
00000360 : 2E A3 EB 02 2E A2 ED 02 EB 1A 90 26 8B 07 8D 3E  : 695
00000370 : E5 02 E8 9F 00 B8 20 20 2E A3 E9 02 2E A3 EB 02  : 6E0
00000380 : 2E A2 ED 02 8D 1E D3 02 B9 1D 00 E8 44 00 83 C6  : 68A
00000390 : 05 41 5B E9 5F FF 2E A1 F0 02 2E 8B 1E F2 02 2E  : 6A2
000003A0 : 8B 0E F4 02 2E 8B 16 F6 02 2E 8B 36 F8 02 2E 8B  : 5F8
000003B0 : 3E FA 02 2E 8B 2E FC 02 2E 8E 1E 00 03 2E 8E 06  : 4BE
000003C0 : 02 03 2E 8E 16 04 03 2E 8B 26 FE 02 FA 2E FF 2E  : 512
000003D0 : 9A 01 06 8C C8 8E C0 B4 30 CD 1A 07 C3 33 D2 8A  : 767
000003E0 : 05 3C 61 72 06 3C 7A 77 02 2C 20 3C 30 72 22 3C  : 3D1
000003F0 : 39 76 08 3C 41 72 1A 3C 46 77 16 2C 30 3C 09 76  : 3E6
00000400 : 02 2C 07 98 D1 E2 D1 E2 D1 E2 D1 E2 03 D0 47 EB  : 99E
00000410 : CE 8B C2 C3 86 C4 E8 09 00 83 C7 02 86 C4 E8 01  : 898
00000420 : 00 C3 50 D0 E8 D0 E8 D0 E8 D0 E8 04 30 3C 39 76  : 912
00000430 : 02 04 07 2E 88 05 58 24 0F 04 30 3C 39 76 02 04  : 278
00000440 : 07 2E 88 45 01 C3                                : 1C6
```

3.3 システムコールのロギング

”INT 1BH”のロギングと同様に、システムコール（”INT 21H”、資料編を参照）をロギングしても効果があります。特に、メッセージの表示やファイルの入出力を行う位置がわかると、解読の際の参考になることが多いようです。

具体的な方法としては、ディスクアクセスのロギングと同様の手段で実現することができます。

応用編 I

応用編 I

1. プロテクト表現のテクニック
2. プログラムを読みにくくする
3. 目立つ命令をかくす
4. MS－DOS版プロテクト技法

応用編Ｉと名付けて「“もう１つのプロテクト”を施す側に立った」テクニックの数々、中でも基本的なものについて紹介します。これらは、なかば当然ともいえるテクニックばかりですが、目新しさもあるはずです。次の応用編IIに進まれる前に、一読されることをお勧めします。

なお、応用編Ｉ、応用編IIで紹介されるさまざまなテクニックは、あくまでも独立したテクニックであり、それを用いたからといってどうなるというものではありません。しかし、これらを３個、４個と組み合わせたとき効果は倍増します。一つひとつのテクニックではおもしろみのないものも、２個、３個と組み合わせればとたんにおもしろさは倍増します。これらを組み合わせたらどうなるかということを常に頭の中に入れて、読み進んでいただきたいと思います。

1

プロテクト表現のテクニック

プロテクトチェックは、正常でないディスクにおいてプログラムの実行を停止させるために行うのですが、ただ行えばよいというのではなく、行っていることをわからないようにするのも１つのテクニックといえます。ここでは、そのようなプロテクトチェックということがらについて触れていきます。

1.1 チェック→エラーは早すぎる

◯考え方

プロテクトがかかっている場合、多くのソフトウェアではエラーを発見したとたんに、”システムエラー” などと表示して実行を停止してしまいますが、これではプロテクトがかけられているという事実が露見するばかりか、プロテクトをチェックしているタイミングを教えていることにもなってしまいます。何もプロテクトをチェックしたからといって、すぐにメッセージを出力する必要はないのです。要は、プロテクトチェックに失敗したことを覚えておけばよいのです。

◯実現方法

具体的には、プログラムのどこかでチェックを行って、そのチェックの情報をメモリ上のどこかに格納しておきます。情報の内容に

対する値としては、

００H ……… 未チェック
０１H ……… チェック成功
０２H ……… チェック失敗

などとしておけばよいでしょう。この情報を、必要なときに取り出して判断した結果、エラーメッセージなりを出力してやれば、プロテクトチェックを行うタイミングをつかみにくくする効果はあるでしょう。

これに対抗する手段として、ディスクアクセスのロギング、システムコールのロギングを行う方法があります。これですと、ディスクアクセスを検出すると、プリンタへその位置とレジスタの内容が表示されますが、このとき、エラーメッセージの出力が行われないようでしたら、その内容がどこかに保存され、あとで参照されている可能性があるわけです。

また、ディスクアクセスのロギングを利用して、プログラム中でディスクアクセスを行っている箇所をリストアップし、その周辺を逆アセンブルします。ディスクアクセスの結果をメモリ上に格納しているようすが見られたら、間違いなくあとで参照されると思ってよいでしょう。

○サンプル

ドライブBのフォーマットをチェックし、異常があれば約30秒のカウントを行った後に、エラーメッセージを出力するプログラムCHKWAIT.COMを実行例とともに図1.1に示します。ドライブBには、MS−DOSフォーマット以外のフロッピディスクを入れておきます（たとえばDISK BASICのものなどを入れる）。

CHKWAIT.COMにはパラメータはありませんので、コマンド

名のみを入力してから実行してください。

■図 1.1　CHKWAIT.ASM　ソースリスト

```
;
;*******************************************************************
;
;        CHKWAIT.ASM
;
;        ドライブBのフォーマットをチェックし,
;                  一定時間経過後にエラーメッセージを出力
;
;        COPYRIGHT(C) 1987 BY SHUWA SYSTEM TRADING CO.,LTD.
;
;        LAST MODIFIED ON FEBRUARY 3RD,1987
;
;*******************************************************************
;
DRIVE    =        1                   ; ドライブBをチェック
;
IOSYS    SEGMENT AT 0060H             ; IO.SYSのセグメントを定義
;
         ORG      6CH
;
PDA_TABLE         LABEL    BYTE       ; ドライブに対応したPDAの配列
;
IOSYS    ENDS
;
CODE     SEGMENT
         ASSUME   CS:CODE,DS:CODE,ES:IOSYS,SS:CODE
;
         ORG      100H
;
CHKWAIT  PROC
         MOV      AX,IOSYS            ; レジスタESをセグメントIOSYSに設定
         MOV      ES,AX
;
         MOV      AL,PDA_TABLE+DRIVE       ; ドライブに対応したPDAを取り出す
         MOV      DL,AL
         AND      AL,0F0H             ; 装置番号を除く
         MOV      CH,3                ; セクタ長を3へ(1MBディスク用)
         CMP      AL,90H              ; 1MBディスクか?
         JE       CHECK
;
         MOV      CH,2                ; セクタ長を2へ(640KBディスク用)
         CMP      AL,70H              ; 640KBディスクか?
         JE       CHECK
;
         LEA      DX,BAD_DRIVE        ; ドライブ不正のメッセージを出力
         MOV      AH,9
         INT      21H
         JMP      EXIT
;
         ASSUME   ES:CODE             ; レジスタESをコードに戻す
;
CHECK:
         MOV      AX,CS
         MOV      ES,AX
         MOV      AL,DL               ; PDA
         MOV      AH,56H              ; 倍密度データ読み出し
         MOV      BX,400H             ; 読み出しデータ量
         XOR      CL,CL               ; シリンダ0
         MOV      DH,CL               ; ヘッド0
         MOV      DL,1                ; セクタ1
         LEA      BP,BUFFER           ; 読み出し用バッファ
```

```
        INT     1BH
        JNC     EXIT
;
        MOV     CX,300          ; ダミーループの回数
;
DUMMY_LOOP:
        PUSH    CX
        XOR     CX,CX
        LOOP    $
        POP     CX
        LOOP    DUMMY_LOOP
;
        LEA     DX,BAD_DISK     ; ディスクのフォーマットが
                                  異常である旨のメッセージを出力
        MOV     AH,9
        INT     21H
;
EXIT:
        MOV     AX,4C00H        ; 非常駐終了
        INT     21H
;
BUFFER  DB      400H DUP(?)     ; 読み出し用バッファ
;
BAD_DRIVE       DB      'ドライブの指定が違います.'
                DB      13,10,'$'
;
BAD_DISK        DB      'ディスクが異常です.'
                DB      13,10,7,'$'
;
CHKWAIT ENDP
;
CODE    ENDS
;
        END     CHKWAIT
```

■図 1.1　CHKWAIT.COM　ダンプリスト

```
00000000 : B8 60 00 8E C0 26 A0 6D 00 8A D0 24 F0 B5 03 3C  : 6FB
00000010 : 90 74 11 B5 02 3C 70 74 0B 8D 16 55 05 B4 09 CD  : 57E
00000020 : 21 EB 2D 90 8C C8 8E C0 8A C2 B4 56 BB 00 04 32  : 7B2
00000030 : C9 8A F1 B2 01 8D 2E 55 01 CD 1B 73 13 B9 2C 01  : 65C
00000040 : 51 33 C9 E2 FE 59 E2 F8 8D 16 72 05 B4 09 CD 21  : 825
00000050 : B8 00 4C CD 21 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  : 1F2

                  0060H～044FまですべてOOH

00000450 : 00 00 00 00 00 83 68 83 89 83 43 83 75 82 CC 8E  : 591
00000460 : 77 92 E8 82 AA 88 E1 82 A2 82 DC 82 B7 81 44 0D  : 913
00000470 : 0A 24 83 66 83 42 83 58 83 4E 82 AA 88 D9 8F ED  : 791
00000480 : 82 C5 82 B7 81 44 0D 0A 07 24                    : 387
```

■図 1.1　CHKWAIT.COM　実行例

```
A>CHKWAIT↵ ―――――――――――― MS-DOSのディスクで実行．何も起こらない

A>CHKWAIT↵ ―――――――――――― BASICのディスクで実行
ディスクが異常です. ――――――― しばらく間があり表示される

A>
```

1.2 エラーを出すだけでは能がない

○考え方

プロテクトチェックに失敗したら、エラーメッセージや警告を出力して、プログラム本来の動作を停止させてしまうというのが一般的でしたが、しかし、何もご丁寧にチェックの失敗をユーザに知らせてやる必要はないのです。エラーメッセージが出力されるのは、ユーザがそこで使用をやめるよう、または、複製を諦めるようにしむけるためですが、ある意地の悪いソフトハウス（現在は存在しません）は、次のような手段に出たことがあります。

それは、PC－8801 用のワープロソフトで、プロテクトチェックに失敗しても、表向きには正常に動作しているように見せるというものです。ユーザは安心し、てっきりコピーできているものと思い、そのワープロを使用していました。ところがある日、自分の作成した文書がまったくでたらめなのに気付きます。ワープロソフトがプロテクトチェックに失敗したのを憶えていて、表向きは正常に、しかし裏ではアブノーマルに振る舞っていたのです。一種の多重人格でしょうが、意地の悪いことこの上もありません。何しろ、実際に業務で使用してしまっているのですから。当時、このようなプロテクトは話題になったものですが、これには賛否両論があり、評価も人それぞれだったようです。

このソフトハウスのやり方は、一歩間違えば保障問題にも発展しかねないものですが、このように、問題にされることもなくやんわりと、そして手厳しくユーザを非難したソフトハウスもありました。

ある PC－9801 用のワープロソフトでは、プロテクトチェックに失敗すると文書印刷と文書保存ができない旨のメッセージを出力し、

通常の動作に移ります。ユーザは、これを見てコピーに失敗したことに気付くのですが、中にはソフトハウスに苦情をいった人もいたそうです（「文書の保存と印刷ができないとすると不良品なのではないでしょうか…」）。ワープロソフトにとって、必須ともいえる機能を使用することができないのですから、これではコピーされてもしかたありません。

◯実現方法

1.1と同じです。要するに、プロテクトチェックを行った際に、その結果を憶えておき、実際に仕事をするときにはその結果を参照するのです。プロテクトチェックに成功したら通常の処理を、失敗したら偽の処理を行えばよいのです。

◯対処方法

まず偽の処理を行っていることを発見することです。発見したら、ディスクアクセスをロギングし、1.1と同様にチェック箇所をリストアップし、周辺を逆アセンブルします。

◯サンプル

ドライブBのフォーマットをチェックし、異常がなければTYPEコマンドと同様の働きを、異常があれば、どのようなファイルが指定されていようがIO.SYSを画面に表示するプログラムCHKTYPE.COMを、実行例と共に図1.2として示します。図1.1におけるものと同様に、ドライブBには、MS−DOSフォーマット以外のフロッピディスクを入れておきます。

CHKTYPE.COMには、TYPEコマンドと同様にファイルを1個だけ指定します。

■図 1.2　CHKTYPE.ASM　ソースリスト

```
;
;*********************************************************************
;
;       CHKTYPE.ASM
;
;       ドライブBのフォーマットをチェックし,
;                       TYPEコマンドの働きを変化させる
;
;       COPYRIGHT(C) 1987 BY SHUWA SYSTEM TRADING CO.,LTD.
;
;       LAST MODIFIED ON FEBRUARY 3RD,1987
;
;*********************************************************************
;
DRIVE   =       1                       ; ドライブBをチェック
;
IOSYS   SEGMENT AT 0060H                ; IO.SYSのセグメントを定義
;
        ORG     6CH
;
PDA_TABLE       LABEL   BYTE            ; ドライブに対応したPDAの配列
;
IOSYS   ENDS
;
CODE    SEGMENT
        ASSUME  CS:CODE,DS:CODE,ES:IOSYS,SS:CODE
;
        ORG     80H
;
PARAM   LABEL   BYTE                    ; パラメータエリア
;
        ORG     100H
;
CHKTYPE PROC
        MOV     AX,IOSYS                ; レジスタESをセグメントIOSYSに設定
        MOV     ES,AX
;
        MOV     AL,PDA_TABLE+DRIVE              ; ドライブに対応したPDAを取り出す
        MOV     DL,AL
        AND     AL,0F0H                 ; 装置番号を除く
        MOV     CH,3                    ; セクタ長を3へ(1MBディスク用)
        CMP     AL,90H                  ; 1MBディスクか?
        JE      CHECK
;
        MOV     CH,2                    ; セクタ長を2へ(640KBディスク用)
        CMP     AL,70H                  ; 640KBディスクか?
        JE      CHECK
;
        LEA     DX,BAD_DRIVE            ; ドライブが不正である旨のメッセージを出力
        MOV     AH,9
        INT     21H
        JMP     EXIT
;
        ASSUME  ES:CODE                 ; レジスタESをコードに戻す
;
CHECK:
        MOV     AX,CS
        MOV     ES,AX
        MOV     AL,DL                   ; PDA
        MOV     AH,56H                  ; 倍密度データ読み出し
        MOV     BX,400H                 ; 読み出しデータ量
        XOR     CL,CL                   ; シリンダ0
        MOV     DH,CL                   ; ヘッド0
        MOV     DL,1                    ; セクタ1
        LEA     BP,BUFFER               ; 読み出し用バッファ
```

```
        INT     1BH
        LEA     AX,DEFAULT_NAME
        JC      TYPE_FILE           ; エラー時にはデフォルトのファイルを指定
;
        LEA     BX,PARAM            ; パラメータ行をファイル名へ変換
        MOV     AL,PARAM            ; パラメータをASCIZ文字列へ変換
        XOR     AH,AH
        MOV     SI,AX
        MOV     [BX+SI+1],AH
;
SKIP_LOOP:
        INC     BX
        CMP     BYTE PTR [BX],' '       ; 空白をスキップ
        JE      SKIP_LOOP
;
        LEA     AX,[BX]
;
TYPE_FILE:                          ; ファイルを出力
        MOV     DX,AX               ; ファイルをオープン
        MOV     AX,3D00H;
        INT     21H
        MOV     BX,AX
        JNC     TYPE_FILE_1
;
        LEA     DX,BAD_FILE         ; ファイルがオープンできない
        MOV     AH,9                ;           メッセージを出力
        INT     21H
        JMP     EXIT
;
TYPE_FILE_1:
        MOV     AH,3FH              ; ファイルから読み出し
        MOV     CX,1                ; 1文字
        LEA     DX,BUFFER           ; 読み出し用バッファ
        INT     21H
        OR      AX,AX
        JZ      CLOSE_FILE          ; ファイルの末端ならばファイルをクローズ
;
        MOV     AH,2                ; 1文字コンソールへ出力
        MOV     DL,BUFFER
        INT     21H
        JMP     TYPE_FILE_1 ; 次の文字へ
;
CLOSE_FILE:                         ; ファイルをクローズ
        MOV     AH,3EH
        INT     21H
;
EXIT:
        MOV     AX,4C00H            ; 非常駐終了
        INT     21H
;
BUFFER  DB      400H DUP(?)         ; 読み出し用バッファ
;
DEFAULT_NAME    DB      'A:¥IO.SYS',0   ; ディスク異常時の出力ファイル名
;
BAD_DRIVE       DB      'ドライブ B: をチェックできません.
                DB      13,10,7,'$'
;
BAD_FILE        DB      'ファイルが見つかりません.
                DB      13,10,7,'$'
;
CHKTYPE ENDP
;
CODE    ENDS
;
        END     CHKTYPE
```

■図 1.2　CHKTYPE.COM　ダンプリスト

```
00000000 : B8 60 00 8E C0 26 A0 6D 00 8A D0 24 F0 B5 03 3C  : 6FB
00000010 : 90 74 11 B5 02 3C 70 74 0B 8D 16 99 05 B4 09 CD  : 5C2
00000020 : 21 EB 67 90 8C C8 8E C0 8A C2 B4 56 BB 00 04 32  : 7EC
00000030 : C9 8A F1 B2 01 8D 2E 8F 01 CD 1B 8D 06 8F 05 72  : 6C3
00000040 : 16 8D 1E 80 00 A0 80 00 32 E4 8B F0 88 60 01 43  : 61E
00000050 : 80 3F 20 74 FA 8D 07 8B D0 B8 00 3D CD 21 8B D8  : 782
00000060 : 73 0B 8D 16 BF 05 B4 09 CD 21 EB 1E 90 B4 3F B9  : 6D5
00000070 : 01 00 8D 16 8F 01 CD 21 0B C0 74 0A B4 02 8A 16  : 4C1
00000080 : 8F 01 CD 21 EB E7 B4 3E CD 21 B8 00 4C CD 21 00  : 722

                  0090H～047FHまですべて00H

00000480 : 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 41  : 041
00000490 : 3A 5C 49 4F 2E 53 59 53 00 83 68 83 89 83 43 83  : 59B
000004A0 : 75 20 42 3A 20 82 F0 83 60 83 46 83 62 83 4E 82  : 687
000004B0 : C5 82 AB 82 DC 82 B9 82 F1 81 44 0D 0A 07 24 83  : 788
000004C0 : 74 83 40 83 43 83 8B 82 AA 8C A9 82 C2 82 A9 82  : 85D
000004D0 : E8 82 DC 82 B9 82 F1 81 44 0D 0A 07 24           : 5FB
```

■図 1.2　CHKTYPE.COM　実行例

```
A>CHKTYPE CONFIG.SYS ↵                  ドライブBにMS-DOSのディスクを入れて実行
files=10
buffers=20
DEVICE=¥MTTK.DRV A: /P /N               正常に表示される
DEVICE=Gram2.sys
shell=command.com a:¥ /e:16 /p

A>CHKTYPE CONFIG.SYS ↵                  BASICのディスクを入れて実行
驅_KNJDIC  SYSBハ[~^f   [;R6^C          何やらわけのわからないものが表示された

A>
```

1.3 プロテクトの方法は1つではない

■製品ごとに種類を変える

○考え方

従来はプロテクトは1個だけと決っていたようですが（コストや工程の都合からでしょうが）、現在では複数のプロテクトを効果的に組み合わせるのが一般的となっています。現在もっとも進んだかたちは、ハード的に最強のプロテクトに複雑なチェックルーチンを絡ませたものといえます。

ここで紹介するのは、このような意味合いの“1個”ということではないのです。極端なことをいえば、製品は1個だけ生産されるわけではないのですから、それぞれに異なるプロテクトを施してもかまわないのです。

○実現方法

プロテクトを明らかに変化させるには、生産ラインに手を加える以外ありませんが、プログラムが自らに手を加えるというものも考えられます。つまり、ソフトウェアを1回も起動しなければコピーできるというものです。1回でも実行してしまったら、自らにプロテクトがかかり、次回からはチェックされるというものです。このとき、実行のタイミングで異なるプロテクトと、チェックルーチンが有効になるように設定しておけば、生産ラインに手を加えることなく、複数のプロテクトを実現することができます。

○サンプル

プログラム起動時に時刻を参照し、0時から23時のどこに位置するかによって、4種類の異なるプロテクトをドライブB内のフロッピディスクに施すプログラムPROTIME.COMを、図1.3として示します。プロテクトは、MS−DOSで使用されないトラックにかけられます（1MBディスクでシリンダ77のヘッド0、640KBディスクでシリンダ80のヘッド0）。

PROTIME.COMは、パラメータを与えずにコマンド名のみを指定します。また、かけられるプロテクトの種類については、前作を参考に各自解析してください。

■図1.3 PROTIME.ASM ソースリスト

```
;
;*********************************************************************
;
;        PROTIME.ASM
;
;        時間をチェックし，ドライブBの使用されないトラックに
;                異なった種類のフォーマットを施す
;
;        COPYRIGHT(C) 1987 BY SHUWA SYSTEM TRADING CO.,LTD.
;
;        LAST MODIFIED ON FEBRUARY 3RD,1987
;
;*********************************************************************
;
DRIVE   =       1                   ; ドライブBにプロテクトを施す
;
IOSYS   SEGMENT AT 0060H            ; IO.SYSのセグメントを定義
;
        ORG     6CH
;
PDA_TABLE       LABEL   BYTE        ; ドライブに対応したPDAの配列
;
IOSYS   ENDS
;
CODE    SEGMENT
        ASSUME  CS:CODE,DS:CODE,ES:IOSYS,SS:CODE
;
        ORG     100H
;
PROTIME PROC
        MOV     AX,IOSYS            ; レジスタESをセグメントIOSYSに設定
        MOV     ES,AX
;
        MOV     AL,PDA_TABLE+DRIVE        ; ドライブに対応したPDAを取り出す
        MOV     PDA,AL
        AND     AL,0F0H             ; 装置番号を除く
        MOV     CL,77               ; プロテクトトラックを77へ(1MBディスク用)
```

```
        CMP     AL,90H          ; 1MBディスクか？
        JE      CHECK_TIME
;
        MOV     CL,80           ; プロテクトトラックを80へ(640KBディスク用)
        CMP     AL,70H          ; 640KBディスクか？
        JE      CHECK_TIME
;
        LEA     DX,BAD_DRIVE    ; ドライブが不正である旨のメッセージを出力
        MOV     AH,9
        INT     21H
        JMP     EXIT
;
        ASSUME  ES:CODE         ; レジスタESをコードに戻す
;
CHECK_TIME:                     ; 時刻をチェックする
        MOV     AX,CS
        MOV     ES,AX
        MOV     TRACK,CL        ; プロテクトトラックをセット
        MOV     AH,2CH          ; 時刻を読み出す
        PUSH    DX
        INT     21H
        POP     DX
        AND     CH,11B          ; 0～3時へ補正
        XOR     CL,CL           ; プロテクトルーチンへジャンプ
        XCHG    CL,CH           ; アドレスを計算
        MOV     SI,CX
        SHL     SI,1
        CALL    PROC_TABLE[SI]
;
EXIT:
        MOV     AX,4C00H        ; 非常駐終了
        INT     21H
;
PROTECT1        PROC    NEAR    ; セクタ長を変化させるプロテクトを施す
        LEA     DI,BUFFER       ; IDを作る
        MOV     AL,TRACK        ; C
        STOSB
        XOR     AL,AL           ; H
        STOSB
        INC AL                  ; R
        STOSB
        MOV     AL,4            ; N
        STOSB
;
        MOV     AH,5DH          ; フォーマットコマンド
        MOV     AL,PDA
        MOV     BX,4            ; IDバッファのサイズ
        MOV     CH,4            ; セクタ長＝4（2048）
        MOV     CL,TRACK        ; フォーマットトラック
        MOV     DH,0            ; フォーマットヘッド＝0
        MOV     DL,0FFH         ; フォーマット用データ
        LEA     BP,BUFFER       ; IDバッファのアドレス
        INT     1BH
        RET
PROTECT1        ENDP
;
PROTECT2        PROC    NEAR    ; 単密度フォーマットを施す
        LEA     DI,BUFFER       ; IDを作る
        MOV     AL,TRACK        ; C
        STOSB
        XOR     AL,AL           ; H
        STOSB
        INC AL                  ; R
        STOSB
        MOV     AL,4            ; N
```

```
        STOSB
;
        MOV     AH,1DH          ; フォーマットコマンド
        MOV     AL,PDA
        MOV     BX,4            ; IDバッファのサイズ
        MOV     CH,4            ; セクタ長=4 (1024)
        MOV     CL,TRACK        ; フォーマットトラック
        MOV     DH,0            ; フォーマットヘッド=0
        MOV     DL,0FFH         ; フォーマット用データ
        LEA     BP,BUFFER       ; IDバッファのアドレス
        INT     1BH
        RET
PROTECT2        ENDP
;
PROTECT3        PROC    NEAR    ; デリーテッドデータを使用する
        LEA     DI,BUFFER       ; IDを作る
        MOV     AL,TRACK        ; C
        STOSB
        XOR     AL,AL           ; H
        STOSB
        INC AL                  ; R
        STOSB
        MOV     AL,4            ; N
        STOSB
;
        MOV     AH,5DH          ; フォーマットコマンド
        MOV     AL,PDA
        MOV     BX,4            ; IDバッファのサイズ
        MOV     CH,4            ; セクタ長=4 (2048)
        MOV     CL,TRACK        ; フォーマットトラック
        MOV     DH,0            ; フォーマットヘッド=0
        MOV     DL,0FFH         ; フォーマット用データ
        LEA     BP,BUFFER       ; IDバッファのアドレス
        INT     1BH
;
        MOV     AH,59H          ; ライトデリーテッドデータコマンド
        MOV     AL,PDA
        MOV     BX,400H         ; 書き込むバイト数
        MOV     CH,4            ; セクタ長=4
        MOV     CL,TRACK        ; 書き込むトラック
        MOV     DH,0            ; 書き込むヘッド
        MOV     DL,1            ; 書き込むセクタ番号
        LEA     BP,BUFFER       ; データバッファのアドレス
        INT     1BH
;
        RET
PROTECT3        ENDP
;
PROTECT4        PROC    NEAR    ; IDと実際のセクタアドレスが異なる
        LEA     DI,BUFFER       ; IDを作る
        MOV     AL,TRACK        ; C
        SHR     AL,1            ; 実際のCの半分の値を設定
        STOSB
        MOV     AL,1            ; H(反転させる)
        STOSB
        XOR     AL,AL           ; R(セクタ番号0)
        STOSB
        MOV     AL,4            ; N(これは実際と同じ)
        STOSB
;
        MOV     AH,5DH          ; フォーマットコマンド
        MOV     AL,PDA
        MOV     BX,4            ; IDバッファのサイズ
        MOV     CH,4            ; セクタ長=4 (2048)
        MOV     CL,TRACK        ; フォーマットトラック
        MOV     DH,0            ; フォーマットヘッド=0
```

```
          MOV     DL,0FFH           ; フォーマット用データ
          LEA     BP,BUFFER         ; IDバッファのアドレス
          INT     1BH
;
          RET
PROTECT4          ENDP
;
BUFFER    DB      400H DUP(?)       ; フォーマット用バッファ
;
PDA       DB      ?                 ; フォーマットをかけるドライブのPDA
;
TRACK     DB      ?                 ; プロテクトをかけるトラック
;
BAD_DRIVE         DB      'ドライブ B: にはプロテクトをかけられません.'
                  DB      13,10,'$'
;
PROC_TABLE        DW      PROTECT1          ; プロテクトルーチンの
                  DW      PROTECT2          ;      ジャンプテーブル
                  DW      PROTECT3
                  DW      PROTECT4
;
PROTIME ENDP
;
CODE      ENDS
;
          END     PROTIME
```

■図 1.3 PROTIME.COM ダンプリスト

```
00000000 : B8 60 00 8E C0 26 A0 6D 00 A2 09 06 24 F0 B1 4D  : 65C
00000010 : 3C 90 74 11 B1 50 3C 70 74 0B 8D 16 0B 06 B4 09  : 4EE
00000020 : CD 21 EB 1E 90 8C C8 8E C0 88 0E 0A 06 B4 2C 52  : 701
00000030 : CD 21 5A 80 E5 03 32 C9 86 CD 8B F1 D1 E6 FF 94  : 9C4
00000040 : 3A 06 B8 00 4C CD 21 8D 3E 09 02 A0 0A 06 AA 32  : 494
00000050 : C0 AA FE C0 AA B0 04 AA B4 5D A0 09 06 BB 04 00  : 7AF
00000060 : B5 04 8A 0E 0A 06 B6 00 B2 FF 8D 2E 09 02 CD 1B  : 576
00000070 : C3 8D 3E 09 02 A0 0A 06 AA 32 C0 AA FE C0 AA B0  : 7A7
00000080 : 04 AA B4 1D A0 09 06 BB 04 00 B5 04 8A 0E 0A 06  : 44E
00000090 : B6 00 B2 FF 8D 2E 09 02 CD 1B C3 8D 3E 09 02 A0  : 64E
000000A0 : 0A 06 AA 32 C0 AA FE C0 AA B0 04 AA B4 5D A0 09  : 7D6
000000B0 : 06 BB 04 00 B5 04 8A 0E 0A 06 B6 00 B2 FF 8D 2E  : 548
000000C0 : 09 02 CD 1B B4 59 A0 09 06 BB 00 04 B5 04 8A 0E  : 4BF
000000D0 : 0A 06 B6 00 B2 01 8D 2E 09 02 CD 1B C3 8D 3E 09  : 4BE
000000E0 : 02 A0 0A 06 D0 E8 AA B0 01 AA 32 C0 AA B0 04 AA  : 769
000000F0 : B4 5D A0 09 06 BB 04 00 B5 04 8A 0E 0A 06 B6 00  : 496
00000100 : B2 FF 8D 2E 09 02 CD 1B C3 00 00 00 00 00 00 00  : 422

             0110H〜04FFHまですべて00H

00000500 : 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 83 68 83 89 83  : 27A
00000510 : 43 83 75 20 42 3A 20 82 C9 82 CD 83 76 83 8D 83  : 71D
00000520 : 65 83 4E 83 67 82 F0 82 A9 82 AF 82 E7 82 EA 82  : 945
00000530 : DC 82 B9 82 F1 81 44 0D 0A 24 47 01 71 01 9B 01  : 5E0
00000540 : DD 01                                            : 0DE
```

■図 1.3　PROTIME.COM　実行例

```
A>TIME 00:00↵  ―――――――――――――― 時刻を故意に設定

A>PROTIME↵  ―――――――――――――――― プロテクトをかける

A>SYMDEB↵  ――――――――――――――――― SYMDEBでどのようなプロテクトがかかっているかみる
Microsoft Symbolic Debug Utility
Version 3.01
(C)Copyright Microsoft Corp 1984, 1985
Processor is [8086]
-A↵  ――――――――――――――――――――― そのためのプログラムを入力
30B9:0100 MOV AH,4A
30B9:0102 MOV AL,91
30B9:0104 MOV DH,0      ―――――――― 倍密度でリードIDを行うもの
30B9:0106 MOV CL,4D
30B9:0108 INT 1B
30B9:010A
-G=100,10A↵ ―― 実行            ―― ゼクタ長＝4となっていた
AX=0091  BX=0000  CX=044D  DX=0001  SP=CE36  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30B9  ES=30B9  SS=30B9  CS=30B9  IP=010A   NV UP DI PL NZ NA PO NC
30B9:010A 0473          ADD    AL,73                             ;'s'
-Q↵  ――――――――――――――――――――― とりあえず終了

A>TIME 01:00↵  ―――――――――――――― 時刻を変えてみる

A>PROTIME↵  ―――――――――――――――― 再びプロテクトをかける

A>SYMDEB↵
Microsoft Symbolic Debug Utility
Version 3.01
(C)Copyright Microsoft Corp 1984, 1985
Processor is [8086]
-A↵
30B9:0100 MOV AH,4A
30B9:0102 MOV AL,91
30B9:0104 MOV DH,0      ―――――――― 同様
30B9:0106 MOV CL,4D
30B9:0108 INT 1B
30B9:010A
-G=100,10A↵  ―――――――――――――――― 実行
AX=E091  BX=0000  CX=033F  DX=0008  SP=CE36  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30B9  ES=30B9  SS=30B9  CS=30B9  IP=010A   NV UP DI PL NZ NA PO CY
30B9:010A 0473          ADD    AL,73                             ;'s'
-Q↵  ――――――――――――――――――――― IDがないのだ．プロテクトが異なっている

A>
```

■チェックの方法を変える

○考え方

チェックの方法はいくらでも変化させることができます。もちろん生産ラインに手を加えないでですが、これにはPC−9801のカレンダ時計を用いるという方法があります。PC−9801ではカレンダ時計を電源の入／切にかかわらず動作させておきますから、故意に

変化させない限りは、正しい日付と時刻が常に得られるわけです。そして、これを利用してチェックルーチンを変化させるのです。

具体的には、チェックルーチンのアドレスを並べたテーブルを用意して、読み出した日付と時刻に対応させたアドレスを取り出し、そこにジャンプします。日時で変化させるのは、何もチェックルーチンのほうではなく、チェックするプロテクトの場所を変化させてもよいし、またチェックをなくしてしまってもよいのです。

○対処方法

この方法ですと、プロテクトを解析しコピーした時点では使用できても、1時間後には使用できないということもありえます。また、そんなに急ではなくても、コピーをして他人の手に渡った時点で、使用不能になることも考えられるわけです。この方法でプロテクトをかけられたら、いつどのプロテクトとチェックルーチンが有効なのかわからないのですから、ディスクアクセスのロギングを行い、プロテクトのかかっているソフトをできるだけ小刻みに実行します。そのたびにディスクアクセスを行っているアドレスが異なるようでしたら、このプロテクトですから、結果を検討して周期を割り出し、すべてのパターンをチェックして、あとは通常のチェックルーチン潰しに移るしかありません。

また日時をシステムコールかBIOSを用いて読んでいれば、そこをロギングする方法もあります。基本的には日付を読んでもそれが一元化されれば、チェックするプロテクトの種類も一元化されるわけです。こちらのほうが確実でしょう。

○サンプル

カレンダ時計を読み取り、時刻別に異なるトラックをチェックするプログラムCHKTIME.COMを、図1.4として示します。ドライブBには、MS－DOSフォーマット以外のフロッピディスクを入れておきます。

CHKTIME.COMは、パラメータを与えずにコマンド名のみを指定します。

■図1.4　CHKTIME.ASM　ソースリスト

```
;
;*********************************************************************
;
;       CHKTIME.ASM
;
;       時間をチェックし，ドライブBの異なったトラックの
;                                      フォーマットをチェック
;
;       COPYRIGHT(C) 1987 BY SHUWA SYSTEM TRADING CO.,LTD.
;
;       LAST MODIFIED ON FEBRUARY 3RD,1987
;
;*********************************************************************
;
DRIVE   =       1               ; ドライブBをチェックする
;
IOSYS   SEGMENT AT 0060H        ; IO．SYSのセグメントを定義
;
        ORG     6CH
;
PDA_TABLE       LABEL   BYTE    ; ドライブに対応したPDAの配列
;
IOSYS   ENDS
;
CODE    SEGMENT
        ASSUME  CS:CODE,DS:CODE,ES:IOSYS,SS:CODE
;
        ORG     100H
;
CHKTIME PROC
        MOV     AX,IOSYS        ; レジスタESをセグメントIOSYSに設定
        MOV     ES,AX
;
        MOV     AL,PDA_TABLE+DRIVE      ; ドライブに対応したPDAを取り出す
        MOV     PDA,AL
        AND     AL,0F0H         ; 装置番号を除く
        CMP     AL,90H          ; 1MBディスクか？
        JE      CHECK_TIME
;
        CMP     AL,70H          ; 640KBディスクか？
        JE      CHECK_TIME
;
        LEA     DX,BAD_DRIVE    ; ドライブが不正である旨のメッセージを出力
        MOV     AH,9
```

```
        INT     21H
        JMP     EXIT
;
        ASSUME  ES:CODE             ; レジスタESをコードに戻す
;
CHECK_TIME:                         ; 時刻をチェックする
        MOV     AX,CS
        MOV     ES,AX
;
CHECK_TIME_LOOP:
        MOV     AH,2CH              ; 時刻を読み出す
        INT     21H
        XCHG    CL,DH               ; 秒をトラック番号とし分をヘッド番号とする
        AND     DH,1                ; ヘッドを補正
        MOV     AH,5AH              ; 倍密度リードID
        MOV     AL,PDA
        INT     1BH
;
        MOV     AH,0BH              ; キーボードステータスチェック
        INT     21H
        OR      AL,AL               ; キーボードバッファに文字はあるか?
        JZ      CHECK_TIME_LOOP
;
EXIT:
        MOV     AX,4C00H            ; 非常駐終了
        INT     21H
;
PDA     DB      ?                   ; IDをチェックするドライブのPDA
;
BAD_DRIVE       DB      'ドライブ B: はチェックできません.'
                DB      13,10,'$'
;
CHKTIME ENDP
;
CODE    ENDS
;
        END     CHKTIME
```

■図 1.4 CHKTIME.COM ダンプリスト

```
00000000 : B8 60 00 8E C0 26 A0 6D 00 A2 42 01 24 F0 3C 90  : 65E
00000010 : 74 0F 3C 70 74 0B 8D 16 43 01 B4 09 CD 21 EB 1D  : 548
00000020 : 90 8C C8 8E C0 B4 2C CD 21 86 CE 80 E6 01 B4 5A  : 8C9
00000030 : A0 42 01 CD 1B B4 0B CD 21 0A C0 74 E8 B8 00 4C  : 6A2
00000040 : CD 21 00 83 68 83 89 83 43 83 75 20 42 3A 20 82  : 5E1
00000050 : CD 83 60 83 46 83 62 83 4E 82 C5 82 AB 82 DC 82  : 883
00000060 : B9 82 F1 81 44 0D 0A 24                          : 32C
```

プログラムを読みにくくする

プログラムはきれいに書くものだ、という考え方が一般化していますが、これは、プロテクトの世界では通用しません。きれいに書かれたプログラムは非常に読みやすいので、同時に追跡もされやすいのです。プログラムの実行を追跡するには基礎編でも紹介したように、プログラムを実際に実行させてトレースする方法と、流れを頭の中で想定して、プログラムリストを追う方法とがあります。

ここでは後者の方法に対抗して、プログラムリストを読めないようにする方法（とはいかないまでも読みにくくする方法）を紹介しましょう。

2.1 意味のない命令を多用する

■実行する上で意味のない命令

○考え方

プログラムは、必要な命令を組み合わせて作成するのはもちろんですが、実行に差し支えない不要な命令を挿入するのも解析を混乱させるのに効果があります。ここで取り上げるのは、実行の結果、特定のメモリやレジスタ、フラグの内容を変化させず、時間のみを喰うというものです。

○実現方法

たとえば、次のようなプログラムがあったとします。

```
        NOP
        NOP
        NOP
        MOV     AX,AX
        OUT     OFFH,AL
        JMP     NEXT
NEXT:   XCHG    CX,CX
        PUSH    BX
        MOV     DX,DX
        POP     BX
```

一見して、何か意味があるのだろうか？　と思わせるプログラムです。しかしここで本当に意味がないのでは、それこそ意味がありません。意味がないようでいて意味があり、意味があるようで実は意味がないというのが望ましいのです。ここでは本当に意味のないものとしましょう。

さて、順番に追っていけばわかると思いますが、先頭に3つ並んでいるのはNOP命令です。NOP命令があるとき、多くの人はそこを無視してしまいがちです。しかし、案外と意味のある場合もあります。次には、等しいレジスタ間での転送命令があり、すぐにI/OポートFFHへ出力を行っています。ここで正直に解析してきた人ならば、資料などを参照してFFHの機能を確かめるでしょう。しかしPC−9801では、FFHにはいまのところ機能が定義されていません（出力を行っても何も起こらない）。

さらに続く命令へのジャンプ命令が存在します。この場合、改めてジャンプする必要はないのですから、実行上は無駄といえます。続いて、等しいレジスタ間での交換命令、すぐにPOPするPUSH命令があります。ここでいえることは、この流れを通してレジスタ

値、フラグ値が変化しないということです。ここにあげた命令群は、よく錯乱のための手段として用いられますが、あくまでも時間稼ぎとしての強さしか持たないようです。これらの命令について説明しましょう。

NOP

文字どおり何もしない命令です（No Operation の略）。リストを追う上では、何の意味も持たない場合が多いのですが、アドレス補正のためにアセンブラが自動的に挿入したり、周辺機器とのタイミング合わせのために挿入される場合も多いようです。ですから、いちがいに無意味だとはいえません。

NOP 命令は、内部的には"XCHG AX, AX"という命令で処理されています。それは 90H という命令コードからも明らかです。

MOV <REG>, <REG>

あるレジスタから、同じレジスタへ値を転送する命令です。実行後のレジスタの値は変化しません。

XCHG <REG>, <REG>

同じレジスタ間での交換命令です。もちろん実行後でもレジスタの値は変化しません。すでに説明したように、NOP 命令は内部的に XCHG AX,AX 命令と等価です。

JMP <次のアドレス>

次のアドレスにジャンプするのですから、実行は継続します。

PUSH <REG>と POP <REG>を連続する

同じレジスタ間で PUSH と POP を行えば、レジスタの内容は

変化しません。影響を及ぼすとすればスタックです。ですから完全に無意味であるとはいいきれません。

IN，OUT

定義されていない（意味のない）I/O に対するアクセス命令は、実行したからといって何か起きるわけではありませんが、ハードの知識に弱い人には心理的な圧迫効果があります。

これらは連続するのではなく、意味のある命令群の中に何気なくちりばめるように挿入するのがよいでしょう。

○対処方法

いま読んでいる命令が、意味のあるものか意味のないものかは、プログラムの流れからカンで判断するしかありません。また、意味がないと思っても、単に意味が理解できていない場合もあります。したがって、なまじカンに頼るのも考えものです。

○サンプル

図 2.1 として示すプログラム QUEST1.ASM から、存在しなくても実行上特に差し支えないという命令を捜してください。

■図 2.1　QUEST1.ASM　ソースリスト

```
;
;*************************************************************************
;
;        QUEST1.ASM
;
;        無意味な命令をさがすサンプル
;
;        このプログラムは，キーボードから入力された行を大文字←→小文字
;        反転して表示するものです．
;        このプログラムには，意識してコメントを付加していません．
;        ですが，ソースリストであるという分だけ，わかりやすいはず．
;
;        COPYRIGHT(C) 1987 BY SHUWA SYSTEM TRADING CO.,LTD.
```

```
;
;        LAST MODIFIED ON FEBRUARY 9TH,1987
;
;*********************************************************************
;
DATA     SEGMENT
;
MESSAGE1         DB       13,10
                 DB       'キーボードから何か文字列を入力して下さい.'
                 DB       13,10
                 DB       '終わりはリターンキーのみです:'
                 DB       '$'
;
BUFFER1          DB       64,?
                 DB       64 DUP(?)
;
BUFFER2          DB       13,10
                 DB       64 DUP(?)
;
DATA     ENDS
;
CODE     SEGMENT
         ASSUME   CS:CODE,DS:DATA,ES:DATA,SS:STACK
;
QUEST1   PROC
         MOV      AX,DATA
         MOV      DS,AX
         MOV      ES,AX
         CLD
QUEST1_0:
         NOP
         NOP
         NOP
         PUSH     AX
         MOV      AH,9
         MOV      DX,OFFSET MESSAGE1
         INT      33
         MOV      AH,10
         MOV      DX,OFFSET BUFFER1
         INT      33
         POP      AX
         MOV      AX,AX
         MOV      BX,OFFSET BUFFER1
         MOV      AL,[BX+1]
         OR       AL,AL
         JZ       EXIT
         MOV      CL,AL
         XOR      CH,CH
         XCHG     CL,AL
         LEA      SI,[BX+2]
         MOV      DI,OFFSET BUFFER2+2
         JMP      QUEST1_3
QUEST1_3:
         PUSH     DX
         LODSB
         XCHG     AX,AX
         CMP      AL,'A'
         JB       QUEST1_1
         CMP      AL,'z'
         JA       QUEST1_1
         CMP      AL,'Z'
         JBE      QUEST1_2
         CMP      AL,'a'
         JB       QUEST1_1
         SUB      AL,20H
         JMP      QUEST1_1
```

```
QUEST1_2:
         ADD      AL,20H
QUEST1_1:
         STOSB
         POP      DX
         IN       AX,DX
         NOP
         NOP
         LOOP     QUEST1_3
         MOV      AL,24H
         STOSB
         MOV      AH,9
         MOV      DX,OFFSET BUFFER2
         INT      33
         JMP      QUEST1_0
EXIT:
         MOV      AX,4C00H
         INT      21H
;
QUEST1   ENDP
;
CODE     ENDS
;
STACK    SEGMENT STACK
;
         DW       256 DUP(?)
;
STACK    ENDS
;
         END      QUEST1
```

■実行した結果意味のない命令

○考え方

前記のプログラムは、実行の結果が何も問われないものでしたが、これらは多少万能選手的な色合いが濃く、同時にくせが強いため、存在すればすぐに見つけられてしまうでしょう。そこで要求されるのが、その場その場に応じて意味があったり無意味であったりする命令です。実際、意味があるかないかはその流れから判断するしかなく、プログラムの組まれ方によってはかなりの錯乱術となります。

○実現方法

同様に例を示してみましょう。

```
XOR    SI,SI
LEA    BX, [BX+SI]
```

この場合、レジスタ SI の内容がクリアされるのみで、レジスタ BX の値は不変です。つまり、LEA 命令の存在する意味がないわけです。しかし、以降でレジスタ SI の内容が参照される場合もありますので、騙されないようにしましょう。同様に加数、減数が 0 である場合の ADD 命令、SUB 命令も、一見存在の意味が感じられず、引っ掛かりやすいといえます。同様に、シフトカウンタを 1 としたシフト・ローテート命令もこの範疇に入るでしょう。ここで考えられるだけの命令をあげてみましょう。

加数、減数を 0 とした ADD, SUB 命令

”ADD AX,0”などのように、加数が 0 であればフラグのセットのみが行われるだけで、レジスタ AX の内容は変化しません。

乗数、除数を 1 としたMUL, DIV命令（DIV実行時には意味ありげ）

レジスタ BX を 1 として”MUL BX”などと行えば、結果は変化しません。しかし、レジスタ DX が 0 クリアされますので注意が必要です。また、同様に”DIV BX”とした場合は、結果は変化しませんが、被除数が 16 ビットで表しきれない場合には、1 で割ると結果も 16 ビットで表せませんので、除算エラーが発生し”INT 00H”が発生します。注意してください。

レジスタ CL を 1 とした、可変数シフト、ローテート命令

レジスタ CL を 1 として、”SHL AX, CL”などとしても、結果は”SHL AX,1”と変りません。これは前に示した LEA 命令などと同様に、あとでレジスタ CL が参照されているかどうかを注意する必要があります。

POP 値を 0 とした RET 命令

RET 命令には、リターンと同時にスタックを何レベル捨てるか、そのレベル数を指定できますが、これを 0 とした場合、通常の RET 命令と動作は変りません。

条件を固定した後の条件分岐命令

CF をセットしてすぐに"JC XXXX"などとするのは、"JMP XXXX"と変りませんが、レジスタなどと同様、あとで参照されることもありますので注意しなければなりません。

意味のないプリフィクス命令

メモリアクセスのない命令に、セグメントオーバライドのプリフィクスを付加したり、LOCK プリフィクスを付加したりするのは意味がありません。たとえば、

```
CS:
MOV    AX,BX
```

のようにです。

同一ブロックにおけるブロック転送

結果的にまったく同じアドレスになるようにアドレスを計算し、ブロック転送を行えば、ブロックの内容は変化しません。このときアドレスは複雑な演算を経て求めるのもよいのですが、セグメントとオフセットをうまく調整し、結果的に同じ絶対アドレスを指すようにするのもよいでしょう。

これらは、連続させると意味がなくなりますので、何気なく散りばめていくのがコツです。

○サンプル

図2.2として示すプログラムQUEST2.ASMにおいて、結局何が行われているのかを当ててください。答は実行させてみればわかります。

■図2.2　QUEST2.ASM　ソースリスト

```
;
;*************************************************************************
;
;        QUEST2.ASM
;
;        プログラムが何をするものか当てるサンプル
;
;        実行して見れば，何をしているかわかります．
;
;        このプログラムには，意識してコメントを付加していません．
;        ですが，ソースリストであるという分だけ，わかりやすいはず．
;
;        COPYRIGHT(C) 1987 BY SHUWA SYSTEM TRADING CO.,LTD.
;
;        LAST MODIFIED ON FEBRUARY 9TH,1987
;
;*************************************************************************
;
CODE     SEGMENT
         ASSUME  CS:CODE,DS:CODE,ES:CODE,SS:CODE
;
         ORG     100H
;
QUEST2   PROC
         XOR     AH,AH
         MOV     AL,3DH
         MOV     CX,AX
         SHR     CX,CL
         INC     CL
         XCHG    AL,AH
         LEA     BP,EXIT-14
         PUSH    BP
         POP     DX
         INT     21H
         MOV     ES,AX
         PUSHF
         POP     AX
         AND     AX,CX
         JNZ     EXIT
QUEST2_1:
         NOT     AX
         XOR     AH,AH
         NOT     AX
         CBW
         MOV     AH,40H
         MOV     BX,ES
         MOV     DX,80H
         SUB     AH,CL
         INT     21H
         JNAE    EXIT
         INC     AX
         MOV     DI,AX
```

```
        DEC     AX
        MOV     CL,AL
        JZ      EXIT
        ROR     AL,CL
        MOV     SI,AX
        MUL     DI
        SHR     DI,CL
        MOV     DL,[SI]
        REP     MOVSB
        ROL     AL,CL
        ROL     AL,CL
        ADD     AL,2
        XCHG    AL,AH
        INT     21H
        SHR     AX,1
        XCHG    CL,AH
        JMP     QUEST2_1
        DB      41H,3AH,5CH,43H,4FH,4EH,46H,49H,47H,2EH,53H,59H,53H,0
EXIT:
        MOV     AH,'L'
        INT     21H
;
QUEST2  ENDP
;
CODE    ENDS
;
        END     QUEST2
```

2.2 定石をあえて破る

■定石は理解しやすい

○考え方

定石は、プログラミングの先人たちが積み重ねてきた経験によって、最良とされてきたプログラミング上の技法です。よって、定石についての知識があるか、経験によって定石を知らず知らずのうちに身につけてきたプログラマであれば、自ら進んで定石を用いプログラムされている箇所を見れば、容易に理解することができます。

ここではこの定石をあえて破り、解読の際の障害にしようというものです。

○実現方法

定石を破るための一般的な方法などはありませんが、定石を知らずにプログラミングを行っていた時代を思い出せばよいでしょう。そのときの洗練されていないプログラム、汚いプログラム、へたくそなプログラムが方法のすべてです。といっても、このまま突き放すわけにもいきません。いくつか例を示しましょう。

<例1：メモリ値の交換>

まずは簡単なものからです。メモリに格納されている内容を2ヵ所で交換するには、レジスタ AX を介して3命令で実現できます。

```
MOV     AX,MEM1
XCHG    AX,MEM2
MOV     MEM2,AX
```

これでおしまいです。しかし、MEM1とMEM2の内容を2つのレジスタへ読み出し、レジスタにおける交換命令を実行して再びメモリへ戻せば、命令は複雑になります。

```
MOV     AX,MEM1
MOV     DX,MEM2
XCHG    AX,DX
MOV     MEM2,DX
MOV     MEM1,AX
```

さらに、レジスタを介さない方法として、

```
PUSH    MEM1
PUSH    MEM2
POP     MEM1
```

```
POP     MEM2
```

ともできます。特に3番目の例の場合、PUSH命令とPOP命令の間に何かしらの処理がはさまっていれば、交換が目的であるとは、すぐには気付かないでしょう。

<例2：テーブルによるジャンプ>

次は、レジスタALに入っている内容に対応したアドレスへのジャンプを行うというものです。次のようにすれば、きれいで簡単です。

```
CBW
SHL    AX,2
MOV    SI,AX
JMP    TABLE [SI]
```

TABLEは、アドレスが並べられている表です。たとえば次のように宣言されているとします。

```
TABLE  DW  JUMP1 ; AL = 0の場合
       DW  JUMP2 ; AL = 1の場合
```

レジスタALに与えられた値が1であれば、JUMP2へのジャンプが行われます。さて、ここで正直にレジスタALの内容を判断し、それに応じてジャンプを行う例を示しましょう。

```
DEC    AL
JS     JUMP1
DEC    AL
JS     JUMP2
.........
```

レジスタ AL の値を 1 個ずつ減らし、負になったら対応するジャンプ命令を実行します。人によっては、こちらのほうが直接的でよくわかるという人もいるでしょう。ジャンプではなくメッセージのアドレスを求めるとしても同様です。

■遠回し式コーディング

○考え方

ある機能を実現するための再短距離はあえて捨てて、複雑な過程の上に機能を成立させるというものです。CPU の命令に関する知識を駆使した、かなりトリッキーなプログラミングが要求されます。

○実現方法

定石を破るのと同様、きれいに書こうとしなければよいのです。例をいくつか示しましょう。

<例 1 ： 0 テストをする>

レジスタ、またはメモリの内容が 0 であるかどうかを確かめる方法には、単純な目的ながら実にいろいろあります。ここでは、レジスタやメモリの内容を破壊せずにテストを行う方法を示しましょう。

```
AND     AX,AX        ; あまりにもおなじみ
OR      AX,AX        ; 上に同じ
TEST    AX,AX        ; 上に同じ
CMP     AX,0         ; 教本どおり
ADD     AX,0         ; 多少トリッキー
CMP     MEM,0        ; 教本どおり
TEST    MEM,NOT 0    ; 全ビット 0 で 0 （あたりまえ）
```

レジスタやメモリ値の破壊が許されるなら、次のような手段も使用することができます。

```
SUB     AX,0   ; 最初から0である場合に限り0
DEC     AX     ; 結果はSF, CFに反映
```

このようにたんに0テストを行うだけでも、かなりの方法を使い分けられることがわかるでしょう。

＜例2：ジャンプする＞

ジャンプといえば、JMP命令で容易に実現できますが、スタックの特性とRET命令の動作を活かして、遠回しにジャンプを行います。

```
MOV     AX,1000H
PUSH    AX

………

RET
```

ある程度の場数をこなしている読者であれば、すぐにわかるでしょう。そうです、オフセットアドレス1000Hにジャンプしているのです。RET命令実行の時点で、スタックトップには値1000Hが積まれていますから、このような動作をするのです。単に"JMP 1000H"としないことに意味があるわけです。CALL命令も、同様の手順で実現することができます。

```
LEA     AX,RETURN
PUSH    AX
MOV     AX,1000H
```

```
PUSH   AX
RET
RETURN:
```

この場合、最初に戻ってアドレスをスタックに積んでいる点を除けば、オフセット1000Hへのジャンプと同様です。

＜例3：0クリアを行う＞

メモリの特定の領域を0で埋めつくすには、リピートプリフィクスとストリングプリミティブを用いる方法がよく知られています。たとえば、次のようにです。

```
LEA    DI,ADDRESS
MOV    AX,MEMSIZE
XOR    AL,AL
REP    STOSB
```

非常に簡単に、ADDRESSで始まる領域をMEMSIZEバイトだけ0で埋めることができます（レジスタESをセグメントベースとすることに注意）。しかし、ここで次のようにすると、プログラムは汚くなります。

```
MOV    DI,OFFSET ADDRESS
MOV    AX,MEMSIZE－2
XOR    AL,AL
MOV    ES:［DI］,AL
MOV    SI,DI
INC    DI
REP    MOVSB
```

一見するとブロック転送ですが、最初にストアされた0を、次のアドレスへ転送しているだけです（レジスタ DS = ES とする）。

<例4：加算を行う・和を求める>

レジスタ AX とレジスタ BX の和を計算するのはいとも簡単ですが、これをまわりくどくすれば、次のようにすることもできます。

```
_LOOP:  INC    AX
        DEC    BX
        JNZ    _LOOP
```

また、再帰的にプログラムを実行し和を求めれば、かなり複雑に見せかけることもできます。たとえば、アドレス DATA から格納される10個の数（すべて1ワードの大きさ）を加算し、その和を求めるとします。

```
            XOR    AX,AX         ；和を格納
            LEA    BX,DATA       ；データのアドレス
            MOV    CX,10         ；データの個数
ADDTION:    OR     CX,CX         ；全データ加えたか？
            JZ     EXIT
            ADD    AX, [BX]
            ADD    BX,3
            DEC    CX
            CALL   ADDITION      ；続くデータを加える
EXIT:       ADD    SP,20         ；CALL によるスタッ
                                   ク消費を破棄
```

このようにたわいのない仕事でも、複雑な処理を経て実行すれば、かなり読みにくくなることは必至です。

以上、遠回し式コーディングの例は尽きることがありませんが（要するに手のこんだ、汚いともいえるプログラムを書けばよい）、このへんにしておきましょう。できればもっと紹介したいのですが、残りはみなさん自身で研究してください。

2.3 意味のない分岐

■分岐は何回まで耐えられるか

○考え方

必要のないところでもJMP命令を用いたり、CALL命令を用いたりしましょう。一般に、リストを追うとき分岐する箇所があれば、そこまでの解析はひとまず置いて、分岐先の解析を始めるでしょうから、分岐の度合いが激しくかつ頻度が激しいほど効果があります。あなたはどこまで精神的に耐えられますか？

○実現方法

特に実現方法などというものはないのですが、分岐はなるべく分岐した直後、すなわちサブルーチンの先頭などで行うとよいでしょう。ごくふつうのレベルでは、6回サブルーチンコールが続けば嫌気がさすそうです。

■RET命令が現れない

何回もサブルーチンコールが続いて、解読をそこに移して、いつまでたってもRET命令が現れない、あとになって、ずいぶんと長いサブルーチンだ、などと気付いても手後れです。何もRET命令でサブルーチンから戻る必要はないのです。

2.4 未定義命令を使う

○考え方

未定義命令とは、CPUのマニュアルや解説書には記載されていないが、実行させてみると動作するという命令のことです。一般に、未定義命令には予期される動作というものがあります。たとえば、Z80CPUにおいて一部のセカンドソースでは、

```
DD 7C        LD   A,IXH
```

なる命令が動作します。一部の雑誌には紹介されましたが、もちろんマニュアルには記載されていません。これは"レジスタIXの上位バイトを、レジスタAにロードせよ"という命令です。これが存在することを予測させる理由は、マニュアルにきちんと記載されている

```
21 00  00       LD   HL,0
DD 21  00 00    LD   IX,0
```

という命令です。実は、後者の命令は前者の命令にコード"DD"を付けただけのものなのです。よって、レジスタIXを使うにはレジ

スタ HL を用いた命令に“DD”を付けただけと推測できますから、

```
7C          LD   A,H
```

という命令に“DD”を付ければ、前述した動作も期待できます。

これは Z80 での例ですが、8086 でもこのような命令が存在します。すなわち、命令コードの仕組みから存在すると考えられる命令です。逆アセンブラでは、それらは逆アセンブルできませんから、解析の妨害にはなります。未定義命令は、主にセグメントレジスタやスタックに関する命令で、次のようなものがあります。

POP　CS

スタックからレジスタ CS へ値をポップする命令です（POP DS, POP ES, POP SS という一連の命令の存在から推測できます）。ということは、レジスタ CS の内容が変化しますから、プログラムの位置も変化するということで、不用意にこの命令を実行したなら間違いなく暴走します。しかし、変化した CS に対しつじつまを合わせるように、別のプログラムを置いておけば、プログラムは暴走せず、実行を継続することができるのです。なお、V30 や 80286 では、別の機能を持つ命令が割り当てられています。

MOV　CS，r／m 16

レジスタ CS に値を移す命令です。POP CS と同様に、使用法を誤れば間違いなく暴走します。r/m16 は、レジスタかメモリを表します。

AAD　<N>，AAM　<N>

AAD/AAM という命令は、それぞれ乗算命令における補正効果を持つものです。これらの命令の持つ動作は、

```
AAD  : AL ← AH * 10+AL,AH ← 0
AAM  : AH ← AL/10,AL ← AL%10
```

となっており、それぞれに10という定数が絡んでいます。実は、この2つの命令の命令コードは、それぞれ、

```
AAD  : D5 0A
AAM  : D4 0A
```

となっています。もうお気付きでしょう。命令コードの2バイト目、すなわち0AHとは、10を意味しているのです。実験で確認しましたが、この値を変更すれば、命令のオペレーションを変えることができます。

実際に、この命令を扱うことのできるアセンブラ、逆アセンブラが存在します。それは、DISK BASICのMONコマンド内のもので、2バイト目が0AH以外であっても、命令ニーモニックを表示します。

他に、コードは違うが同じ動作をするという命令も存在します。たとえば、XLAT命令のコードはD7Hですが、D6Hでも同じ効果を得ることができます。D6Hのほうはアセンブラも逆アセンブラも認識しませんから、このようなコードを用いるのも効果的です。

また、実行しても何も起こらない命令を用いるのも、一つの方法です(80286においては不正命令実行の割り込みが発生する)。

○実現方法

もともとマニュアルに記載されておらず、かつ期待される動作をする命令を用いればよいのですから、そう難しいことではありません。ただし、そのような命令を捜すのがなかなか面倒で、すべての

CPU で同じような命令が存在するとも限りませんから、むやみに使用するのは控えたほうがいいかもしれません。

○対処方法

逆アセンブルリストの中に、逆アセンブルできない命令が現れたら、とりあえず命令コード表と見比べて、何か意味がありそうかどうかを調べてみましょう。ちなみに、DISK BASIC の内蔵モニタの逆アセンブラ（L コマンド）では、セグメント外 JMP、セグメント外 CALL、セグメント外 RET の各命令は逆アセンブルできませんので、リスト中には“？？”と表示します。

2.5 ソフトウェア割り込みを使う

■BIOSを多用する

○考え方

INT 命令は、主にシステムの用意するさまざまな機能を呼び出す目的で使用されます。たとえば、ディスク BIOS の“INT 1BH”、MS－DOS のシステムコールの“INT 21H”など、多数あります。これらは、その割り込みの持つ機能を知らなければ、何を行っているのかわかりません。したがって、これを多用することでかなりの時間稼ぎにはなります。

○実現方法

要するに INT 命令を用いればよいのです。たとえばキーボードや CRT、グラフィクス、ディスクなどの処理に BIOS を用いれば

よいのです。しかし、BIOSの多用は、あまりマシンに対する知識のない人にのみ有効であることを忘れてはなりません。

○対処方法

マシンについての知識をつけるしかありません。少なくとも、割り込みのタイプと機能の対応ぐらいは、すぐにわかるようにしたほうがよいでしょう（キーボード、CRT関係ならば18Hなどという具合に）。

■自ら定義する

○考え方

割り当てられていない割り込みベクタに、独自の機能を定義して、わざわざそれを呼び出します。このようなものはふつうどんな解説書にも記載されていないはずですから、中身を解析するなりの手段に出るはずです。ただし、CALL命令で呼び出すよりは余程効果的でしょう。

○実現方法

ふつうにサブルーチンを設計するのと同様，割り込み処理ルーチンを設計し、割り込みベクタの空いているタイプにアドレスを設定してやります。もちろん、割り込み処理ルーチンはIRET命令によって終るようにします。

○サンプル

加減乗除を行うサブルーチンを、”INT 0D0H”に定義するプログラムINTD0.COMを図2.3として示します。サブルーチンへのパラメータは以下のとおりです。

レジスタ AH ……… ファンクション（0:加算、1:減算、2:乗算、3:除算）
レジスタ BX ……… 被加数、被減数、被乗数、被除数
レジスタ CX ……… 加数、減数、乗数、除数

結果は、レジスタ AX（DX, 乗算、除算の場合）に返されます。

■図 2.3 INTDO.ASM ソースリスト

```
;
;**********************************************************************
;
;        INTDO.ASM
;
;        INT 0D0Hによって加減乗除を実現するサンプル
;
;        このプログラムを実行することによって，INT 0D0Hを加減乗除を
;        行うソフトウェア割り込みに定義します．
;        このプログラムを実行したのちは，INT 0D0Hをプログラム中で
;        使用することができます．
;
;        COPYRIGHT(C) 1987 BY SHUWA SYSTEM TRADING CO.,LTD.
;
;        LAST MODIFIED ON FEBRUARY 3RD,1987
;
;**********************************************************************
;
CODE     SEGMENT
         ASSUME   CS:CODE,DS:CODE,ES:CODE,SS:CODE
;
         ORG      100H
;
INTDO    PROC
         MOV      AH,25H            ; 割り込みベクタのセット
         MOV      AL,0D0H           ; 対象の割り込みベクタ
         LEA      DX,ENTRY          ; 割り込み処理ルーチンのアドレス
         INT      21H
;
         LEA      DX,MESSAGE        ; 割り込みベクタに機能を定義した
         MOV      AH,9              ;       旨のメッセージを出力
         INT      21H
;
         MOV      AX,3100H          ; 常駐終了
         MOV      DX,100H
         INT      21H
;
INTDO    ENDP
;
MESSAGE  DB       'INT 0D0Hを定義しました．'
         DB       13,10,'$'
;
ENTRY    PROC                       ; INT 0D0Hに対する割り込み処理
;
         PUSH     BX                ; もとの数は保存する
         PUSH     CX
;
         XCHG     AL,AH             ; レジスタAHに応じた処理アドレスを計算
```

```
        XOR     AH,AH
        SHL     AX,1
        MOV     SI,AX
        CALL    CS:ADDR_TABLE[SI]        ; 各処理へ分岐
;
        POP     CX
        POP     BX
        IRET
;
ADDR_TABLE      DW      ADDITION        ; 各処理ルーチンのアドレス
                DW      SUBTRACT
                DW      MULTI
                DW      DIVISION
;
ADDITION        PROC    NEAR    ; 加算の処理を行う
        MOV     AX,BX
        ADD     AX,CX
        RET
ADDITION        ENDP
;
SUBTRACT        PROC    NEAR    ; 減算の処理を行う
        MOV     AX,BX
        SUB     AX,CX
        RET
SUBTRACT        ENDP
;
MULTI   PROC    NEAR            ; 乗算の処理を行う
        MOV     AX,BX
        MUL     CX
        RET
MULTI   ENDP
;
DIVISION        PROC    NEAR    ; 除算の処理を行う
        MOV     AX,BX
        XOR     DX,DX
        DIV     CX
        RET
DIVISION        ENDP
;
ENTRY   ENDP
;
CODE    ENDS
;
        END     INTDO
```

■図 2.3 INTDO.COM ダンプリスト

```
00000000 : B4 25 B0 D0 8D 16 35 01 CD 21 8D 16 1A 01 B4 09  : 59B
00000010 : CD 21 B8 00 31 BA 00 01 CD 21 49 4E 54 20 30 44  : 4FF
00000020 : 30 48 82 F0 92 E8 8B 60 82 B5 82 DC 82 B5 82 BD  : 95A
00000030 : 81 44 0D 0A 24 53 51 86 C4 32 E4 D1 E0 8B F0 2E  : 75E
00000040 : FF 94 47 01 59 5B CF 4F 01 54 01 59 01 5E 01 8B  : 547
00000050 : C3 03 C1 C3 8B C3 2B C1 C3 8B C3 F7 E1 C3 8B C3  : A7E
00000060 : 33 D2 F7 F1 C3                                   : 3B0
```

■図 2.3　INTDO.COM　実行例

```
A>INTDO ⏎                              ―― 定義する
INT ODOHを定義しました.

A>SYMDEB⏎
Microsoft Symbolic Debug Utility
Version 3.01
(C)Copyright Microsoft Corp 1984, 1985
Processor is [8086]
-A ⏎                                   ―― 実験用のプログラムを作る
31C6:0100 MOV AH,0
31C6:0102 MOV BX,2
31C6:0105 MOV CX,3
31C6:0108 INT D0
31C6:010A
-G=100,10A ⏎                           ―― 加算を実行
AX=0005  BX=0002  CX=0003  DX=0000  SP=CD29  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=31C6  ES=31C6  SS=31C6  CS=31C6  IP=010A   NV UP EI PL NZ NA PO NC
31C6:010A 06            PUSH   ES
-E101 ⏎                                ―― 引き算へ
31C6:0101  00.01⏎
-G=100,10A ⏎                           ―― 実行
AX=FFFF  BX=0002  CX=0003  DX=0000  SP=CD29  BP=0000  SI=0002  DI=0000
DS=31C6  ES=31C6  SS=31C6  CS=31C6  IP=010A   NV UP EI PL NZ NA PO NC
31C6:010A 06            PUSH   ES
-E101 ⏎                                ―― かけ算へ
31C6:0101  01.02⏎
-G=100,10A ⏎                           ―― 実行
AX=0006  BX=0002  CX=0003  DX=0000  SP=CD29  BP=0000  SI=0004  DI=0000
DS=31C6  ES=31C6  SS=31C6  CS=31C6  IP=010A   NV UP EI PL NZ NA PO NC
31C6:010A 06            PUSH   ES
-E101 ⏎                                ―― わり算へ
31C6:0101  02.03⏎
-G=100,10A ⏎                           ―― 実行
AX=0000  BX=0002  CX=0003  DX=0002  SP=CD29  BP=0000  SI=0006  DI=0000
DS=31C6  ES=31C6  SS=31C6  CS=31C6  IP=010A   NV UP EI PL NZ NA PO NC
31C6:010A 06            PUSH   ES
-Q ⏎

A>
```

2.6　ハードウェアを頻繁にアクセス

○考え方

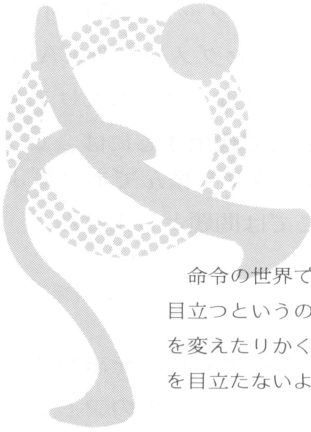
INT 命令以上にシステムについての知識を必要とし、かつ周辺 LSI などに対する知識などを必要とするもので、初心者やハードウェアに疎い場合には、特にわずらわしい存在です。

○実現方法

INT 命令を用いて実現可能な機能も、独自のプログラムで処理してみることです。特にディスクアクセスを独自に行ってみると、INT 1BH を検索されても逃れられますし、キメ細かな処理が可能になります。ただし、ディスクアクセスを独自に行うには、FDC（フロッピディスクコントローラ）や DMAC（DMA コントローラ)、割り込みなどの制御をすべて行わなければならず、かなり面倒です。なお DMAC、タイマ、画面関係、キーボード関係も、INT 命令(BIOS)に頼らずに制御できる範囲ですが、同様にその実現は面倒です。

○対処方法

ハードウェアをアクセスする手順はかなり複雑ですので、それなりの弱点ともいうべきものが存在します。たとえば、ディスクアクセスを例にとれば、ディスクアクセスを行うと、かなりの頻度で I/O ポートをアクセスし、逆アセンブルした状態から見ると、かなりの量の I/O 命令が並ぶわけです。また、タイミングをとるための NOP 命令も随所に並ぶ可能性があります。ディスクアクセスに用いる I/O ポートというのは有名ですから、INT 命令を捜す代りに、OUT XX,AL などを捜されてしまえば、簡単に見つけられてしまいます。そこで、レジスタを用いて間接的に I/O ポートのアドレスを指定してやる方法が出てきます。これは、I/O ポートのアドレスを一時的にレジスタ DX に入れておき、OUT DX, AL などを用いて、間接的に I/O をアクセスするのです。しかしこれでも、この命令を捜されればおしまいです。

また、ディスクアクセスを行うと、割り込みが必ず発生します。割り込みもタイプが決っていますので、その割り込みがロギングされれば、割り込みの待機位置がわかってしまいます。

目立つ命令をかくす

命令の世界でも、目立つものとそうでないものが必ず存在します。目立つというのは目を付けられやすいので、目立たないように姿勢を変えたりかくれたりする必要があります。ここでは、目立つ命令を目立たないようするテクニックを紹介しましょう。

3.1 INT命令をかくす

INT 命令は、各種のハードウェアの制御を簡便に行ってくれるサービスです。なかでも INT 1BH というのは、プロテクトの世界ではあまりにも有名な、ディスクアクセスのための割り込み命令です。基礎編でも紹介したように、プロテクトをソフト面から解析する場合、まず INT 1BH を捜すのが定石となっています。実際多くのソフトウェアのプロテクトがこれではずせます。

せっかく高度なプロテクトをかけても、ここから、チェックルーチンを見つけられては元も子もありません。この、やたらと目立つ INT 命令をかくすテクニックを紹介しましょう。

■セグメント外CALLを用いる

○考え方

セグメント外 CALL というのは、INT 命令と似たような動作を

する命令です。INT 命令は、戻りアドレスをスタックに積む前に、フラグもスタックに積みます。これに対し、セグメント外 CALL 命令はフラグをスタックに積みません。大きな違いはこれだけです。よって INT 命令をセグメント外 CALL 命令で代用するには、セグメント外 CALL を行う前に、スタックへフラグを積んでおけばよいわけです。細かな違いもありますがここでは問題としません。

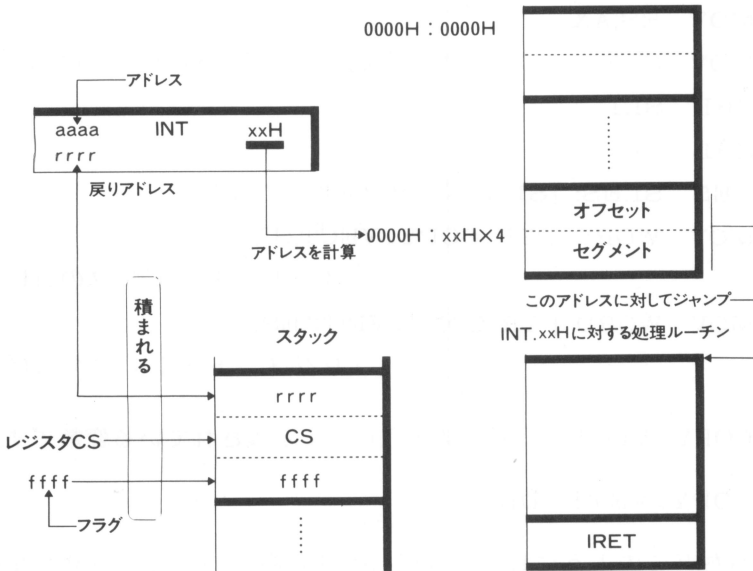
○実現方法

しかし、INT 命令が自動的にジャンプ先のアドレスを求めるのに対し、セグメント外 CALL 命令は、自らジャンプ先のアドレスを名乗らなければなりません。そこで INT 命令の動作を、もう少し詳しく追ってみます。

INT 命令が実行されると、フラグと戻りアドレス（CS, IP）が順番にスタックに積まれます。次に割り込みのタイプに対応する割り込みベクタアドレスを算出します。算出は割り込みタイプを 4 倍すれば OK です。これはアドレスのサイズが 4 バイトだからです。割り込みベクタは、セグメント 0000H に配置されていますから、割り込みタイプを 4 倍したアドレスをオフセットとして、そこから格納される 4 バイトのデータをアドレスとみなし、そこへ CALL すればよいのです。この様子を図 3.1 に示しましょう。

これと同じ動作を、セグメント外 CALL 命令で真似ればよいのです。さっそくコーディングしてみましょう。

```
PUSHF         ; フラグのプッシュ
XOR   AX,AX ; 割り込みベクタテーブルのセグメントをセット
MOV   ES,AX
MOV   SI,XX ; ベクタアドレスを計算（XX は割り込みタイプ）
```

■図 3.1　INT 命令の動作

```
SHL   I,1
SHL   I,1
CALL  FAR PTR ES:［SI］；CALL 命令の実行
```

しかしこれでは多くの命令ステップを必要とし、かつセグメントレジスタを含む多くのレジスタを破壊してしまいます。これを防ぐために、割り込みタイプに対応するベクタアドレスの内容を、プログラム中のデータ領域にあらかじめコピーしておくのです。まず、アドレスの取り出しとコピーは、以下の手順で行えばよいでしょう。

```
XOR   AX,AX ; 割り込みベクタテーブルのセグメントをセット
MOV   ES,AX
MOV   SI,XX ; ベクタアドレスを計算（XX は割り込みタイプ）
SHL   SI,1
SHL   SI,1
LES   SI,ES: [SI] ; ベクタアドレスの取得
MOV   WORD PTR COPY_VECT,SI;
                                オフセットアドレスのコピー
MOV   WORD PTR COPY_VECT,ES;
                                セグメントアドレスのコピー
```

COPY_VECT は、以下のようにして定義されている変数です。

```
COPY_VECT  DD
```

いちどこのようにしておけば、CALL 命令の実行は簡単になります。以下のようにすればよいのです。

```
PUSHF
CALL      COPY_VECT
```

これですと命令ステップも最小で、かつレジスタの破壊を必要とせずに CALL 命令を実行することができるようになります。

○対処方法

まず思いつくのは、セグメント外 CALL に対応する命令コードを捜してみることです。しかし、セグメント外 CALL に対応する命令コードというのは、本書で紹介した手順を用いる場合、非常に単純で次のようになっています。

FFH,XX,LO,HI

FFHというのは、セグメント外CALLであることを予感させる命令コードです（このコードで始まる命令には、他にPUSH, POP, INCなどありますので、FFHのみを検索するのは無駄が多すぎます）。次のXXというのはFFHに続く命令コードで、これでセグメント外CALL, PUSH, POP, INCなどの命令を区別します。よって、FFHとこのXXの2バイトを連続して検索してこそ、意味があるわけです。

さてこのXXですが、ジャンプ先のアドレスをメモリに格納しておき、これを直接定数で指定するのであれば1EHに限定することできます。よって、まずはFFH,1EHという並びを捜してみるのも一つの手でしょう。もっともこれでは、ジャンプ先のアドレスを格納してある位置がレジスタによって指定される場合は、まったく効果がありません。アドレスをレジスタによって指定する場合、2バイト目は1EH以外の値になりその値は特定できないからです。

■セグメント外RETを用いる

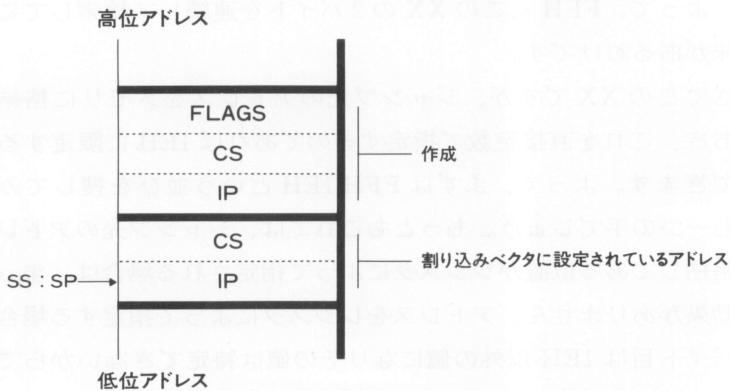
○考え方

セグメント外CALLと原理は同様ですが、リターン命令でジャンプするところが異なります。リターン命令でジャンプなどできるのかと思われる方は、応用編Iの2を参照してください。

○実現方法

割り込みタイプに対応するベクタアドレスの取り出しまでは、セグメント外CALLと同様です。しかし、セグメント外RETを用いた場合、ジャンプ先のアドレスというのは直接指定することがで

きず、スタックに積んでおかなければなりません。またセグメント外CALLでは、自動的にスタックに積まれるINT命令処理ルーチンから戻るためのアドレスを、スタックに積んでおかなければなりません。セグメント外RETを行う時点でのスタックのようすは、次の図3.2のようになっています。

■図3.2　セグメント外RET実行時のスタックのようす

まず、セグメント外RETと同様の手順で、割り込みタイプに対応するベクタアドレスの内容をコピーしておきます。そこで、次の手順で命令を実行します。

```
PUSHF  ；フラグのプッシュ
PUSH   CS；戻りアドレスのスタックへのプッシュ
LEA    AX,RET_ADDR
PUSH   AX
PUSH   WORD PTR COPY_VECT+2
                  ；ジャンプ先アドレスのプッシュ
PUSH   WORD PTR COPY_VECT
```

```
DUMMY PROC  FAR
      PET
DUMMY ENDP
RET_ADDR:
```

ここで、RET命令をPROC～ENDP疑似命令で囲んでいるのは、RET命令にFAR属性を持たせるためです。また全体で5バイトのデータをスタックに積んでいますが、あとの2ワードはRET命令によって即座に捨てられ、スタックの状態はセグメント外CALLを行ったときと同じ状態になります。

○対処方法

セグメント外RETを用いる場合も、セグメント外RETのコードCBHを捜してみます。しかし、この場合、命令は1バイトだけですので、非常に効率の悪い検索になってしまいます。

3.2 IN/OUT命令をかくす

IN/OUT命令もハードウェアと密接し、INT命令と並んで目立つ命令です。最近ではINT命令によるサービスを用いずに、直接ハードウェアを制御するものも見受けられます。ディスク関係のサービスを行う"INT 1BH"を使わずに、直接FDC（フロッピディスクコントローラ）、DMAC（DMAコントローラ）などを制御して、プログラムの複雑さを増すなどというのは、その一例です。ここでは、このIN/OUT命令をかくすテクニックについて紹介しましょう。

○考え方

INT命令のように直接代替となる命令は存在しませんが、工夫次第では、かなり目立たないようにすることも可能です。ここでは間接アドレシングを用いた方法を示します。

○実現方法

レジスタDXを用いた間接I/O指定によって入出力を行います。直接I/O指定によって入力を行った場合、命令コードは一元化されやすくなります。

```
E4 90       IN      AL,90H
```

たとえば、1MBタイプのフロッピディスクを直接扱う場合には、I/Oポートのアドレスはユーザーズマニュアルなどから明らかですので、このような命令列を捜されるということがあります。

しかし、ここではレジスタDXによる間接指定を用いて、I/Oポートのアドレスをかくすわけです。

```
EC          IN      AL,DX
```

この場合、レジスタDXに0090Hを設定して命令を実行します。すると、1命令で上の命令と同じ効果を得ることができます。2バイトで検索が行われた場合、見つけられる確率は大きくなりますが、1バイトの場合では見つけられる確率は少なくなります。目くらましのために、コードECHをプログラム中にばらまいておくのも、解読に対抗する手段としてはよいかも知れません。これはOUT命令でも同様です。もちろん、解読によってレジスタDXの内容がわかりにくくなっていなければなりません。

4 MS-DOS版プロテクト技法

プロテクトというものは、正常であるはずのディスクのフォーマットを異常なものにしてしまうのですから、正常なフォーマットを期待するMS−DOSなどのOSでは、プロテクトのかかっている箇所は読み書きできないのがふつうです。よってプロテクトをかけたならば、その箇所を、OSが使用しないようにしなければなりません。応用編Ⅰの最後では、プロテクトとOSの関係について紹介しましょう。

4.1 不良クラスタを作る

○考え方

ディスクには、完全というものはありませんから、ときには製品不良や長期間にわたる使用などで、使用できない部分が出てきます。そのような場合の応急処置として、不良クラスタというものを設定して、これをOSが使わないようにする方法があります。

プロテクトをかけられた場所は、OSにとって不良クラスタと同じですから、プロテクトをかけた箇所を不良クラスタに設定すれば、OSはアクセスしなくなります。

ところでMS−DOSでは、ファイルをディレクトリとFAT（ファイルアロケーションテーブル）というもので管理しています。

ディレクトリとは、ディスク内に納められるファイルの一覧を記録したものです。ここでは、ディレクトリの構造について特に知る

必要はありません。必要なのはFATの構造です。

FATは、ディスク内の使用状況を表にまとめたものとみることができます。FATの1.5バイトが、ディスク上の1領域と1対1で対応しています。FATを見れば、対応するディスク上の領域がどのように扱われているかを知ることができるのです。まずは、MS−DOSのディスクフォーマットを表4.1として示しておきます。

■表4.1 ディスクフォーマット(MS−DOS)

ディスクタイプ	256KB	1MB	160KB		320KB		640KB	
トラック数	77	154	40	40	80	80	160	160
セクタ数/トラック	26	26	8	9	8	9	8	9
バイト/セクタ	128	1024	512	512	512	512	512	512
予約セクタ数	1	1	1	1	1	1	1	1
FATセクタ数	6	2	1	2	1	2	2	3
FAT数	2	2	2	2	2	2	2	2
ディレクトリセクタ	17	6	4	4	7	7	7	7
セクタ数/クラスタ	4	1	1	1	2	2	2	2
FAT ID	FE	FE	FE	FC	FF	FD	FB	F9

表4.1からもわかるようにMS−DOSでは、メディアによって、ディレクトリやFATの位置や大きさがまちまちです。そこで、MS−DOSではメディアの判別を容易にするため、FAT IDというシンボルをFATの先頭においています。このFAT IDを参照することで、メディアの判別を容易にしているのです。

ディスクのフォーマット自体はメディアでまちまちですが、FATの構造だけは統一されています。基本的には、先ほど説明した1.5バイト=1クラスタ(2バイト=1クラスタの場合もある。しかし、これはハードディスクなど大容量のメディアの場合なのでここでは無視する)ですが、これがFATを見るときの障害となっています。まず、どのような状況なのかを説明するために、例をあ

げましょう。図 4.2 に示すのは典型的な FAT の例です（システムディスク品番：PS98－125－HMW）。

■図 4.2　典型的な FAT の例（MS－DOS,1MB）

```
A>symdeb ↵
Microsoft Symbolic Debug Utility
Version 3.01
(C)Copyright Microsoft Corp 1984, 1985
Processor is [8086]
-l0 0 1 1 ↵  ―――――――― アドレス0. ドライブ0(ドライブA). セクタ1. セクタ数1
-d0 ↵
30B9:0000  FE  FF  FF  03 40 00 05 60-00 07 80 00 09 A0 00 0B   ~...@..`..... ..
30B9:0010  C0  00  0D  E0 00 0F 00 01-11 20 01 13 40 01 15 60   @..`..... ..@..`
30B9:0020  01  17  80  01 19 A0 01 1B-C0 01 1D E0 01 1F 00 02   ..... ..@..`....
30B9:0030  21  F0  FF  23 40 02 25 60-02 27 80 02 29 A0 02 2B   !p.#@.%`.'..) .+
30B9:0040  C0  02  2D  E0 02 2F 00 03-31 20 03 33 40 03 35 60   @.-`./..1 .3@.5`
30B9:0050  03  37  80  03 39 A0 03 3B-C0 03 3D F0 FF 3F 00 04   .7..9 .;@.=p.?..
30B9:0060  41  20  04  43 40 04 45 60-04 47 80 04 49 A0 04 4B   A .C@.E`.G..I .K
30B9:0070  C0  04  4D  E0 04 4F 00 05-51 20 05 53 40 05 55 F0   @.M`.O..Q .S@.Up
-
           FAT ID    ダミー
```

ここで先頭の 1 バイトは先ほどの FAT ID です。1MB ディスクであることを示すために“FE”の値が書き込まれています。続く 2 バイトの“FF”はダミーです。実体は 4 バイト目から始まるのです。1.5 バイト＝1 クラスタですから、2 クラスタ目からが有効なクラスタ番号ということになります。さて、この 2 クラスタ目に書き込まれている値を取り出すには、図 4.2 で示しているように、4 バイト目に書き込まれている内容と、続く 5 バイト目の内容の下位 4 ビットの値を用います。3 クラスタ目に書き込まれている値を取り出すには、5 バイト目の内容の上位 4 ビットと続く 6 バイト目の内容を用います。このように MS－DOS では、偶数クラスタと奇数クラスタとでは対応する値の取り出し方が異なります。ここで、クラスタ番号を 0 からの値としたバイト位置の算出法の例も兼ねて、値を取り出すための C 言語による関数 getfat()を示します。参考にしてください。

```
unsigned getfat(fat, buffer)
unsigned fat;
char * buffer;
{
        int offset;
        if( fat mod 2 )   {
            offset = (fat-1 ) * 2/3+1;
            return(( buffer [offset]  & 0xf0 )>>4+
                    buffer [offset+1] <<4 );
        } else {
            offset = fat * 2/3;
            return( buffer [offset+
                    butter [offset+1] &0x0f ) << 8 );
        }
}
```

getfat()の引数であるfatとbufferは、それぞれ、クラスタ番号とFATの読み出されているバッファへのポインタを表しています。またgetfat()自身は、fatに対応するクラスタ自身の情報を返します。

MS−DOSでは、クラスタに対応した値によって、そのクラスタの状態を示しています。それらの一覧を表4.3にまとめておきます。

実際にFATを操作するには、SYMDEBなどのデバッガを用いることができます。例としてFAT IDを書き換えたオペレーションを、図4.4として示しておきます。

■表 4.3　FAT の値の意味（MS－DOS）

値	意　味
0 0 0 H	そのクラスタは未使用
0 0 1 H	使用されない値
0 0 2 H～F F 6 H	ファイルとして使用中、続くクラスタの番号を示す
F F 7	不良クラスタ
F F 8 H～F F F H	ファイルとして使用中、ファイルの末端を表す

■図 4.4　SYMDEB による FAT 操作

```
A>symdeb ↵
Microsoft Symbolic Debug Utility
Version 3.01
(C)Copyright Microsoft Corp 1984, 1985
Processor is [8086]
-l0 0 1 1 ↵
-e 0 ↵                                        ―――FAT IDを書き換える
30B9:0000  FE.0 ↵                             ―――00Hへ
-d0 ↵                                         ―――確認
30B9:0000  00 FF FF 03 40 00 05 60-00 07 80 00 09 A0 00 0B  ....@..`...... ..
30B9:0010  C0 00 0D E0 00 0F 00 01-11 20 01 13 40 01 15 60  @..`..... ..@..`
30B9:0020  01 17 80 01 19 A0 01 1B-C0 01 1D E0 01 1F 00 02  ..... ..@..`....
30B9:0030  21 F0 FF 23 40 02 25 60-02 27 80 02 29 A0 02 2B  !p.#@.%`.'..) .+
30B9:0040  C0 02 2D E0 02 2F 00 03-31 20 03 33 40 03 35 60  @.-`./..1 .3@.5`
30B9:0050  03 37 80 03 39 A0 03 3B-C0 03 3D F0 FF 3F 00 04  .7..9 .;@.=p.?..
30B9:0060  41 20 04 43 40 04 45 60-04 47 80 04 49 A0 04 4B  A .C@.E`.G..I .K
30B9:0070  C0 04 4D E0 04 4F 00 05-51 20 05 53 40 05 55 F0  @.M`.O..Q .S@.Up
-w0 0 1 1 ↵                                   ―――書き戻す
-q ↵

A>chkdsk a: ↵                                 ―――ディスクを調べる
ディスク MSDOS3_1    は 1986-12-17 15:23 に作成されました
このディスクは扱えません                      ―――FAT IDを破壊したのでこうなる
続行しますか <Y/N>? n

A>
```

しかし、この方法ではFATの読み書きや修正を手動で行うため、かなりの危険を伴います。そこで、FATの書き換えを行うユーティリティFAT.COMを紹介します。これはユーザの指定するドライブの、指定するトラックに対応する全クラスタの値を、“FF7”（不良クラスタ）へ書き換えるものです。

■図 4.5 FAT.ASM ソースリスト

```
;
;*****************************************************************
;
;       FAT.ASM
;
;       指定されたトラックに含まれるクラスタを，使用不可とする．
;
;       このプログラムは，以下のフォーマットを持つディスクに
;       対応しています．
;
;               1MBディスク:    バイト／セクタ  =1024
;                               セクタ／トラック=8
;               640KBディスク:  バイト／セクタ  =512
;                               セクタ／トラック=8
;
;
;       起動は，パラメータを指定せずに行います．入力は，プログラムの
;       指示に従って下さい．
;
;       COPYRIGHT(C) 1987 BY SHUWA SYSTEM TRADING CO.,LTD.
;
;       LAST MODIFIED ON FEBRUARY 4TH,1987
;
;*****************************************************************
;
DRIVE   =       1                       ; ドライブBを操作する（変更可）
;
CODE    SEGMENT
        ASSUME  CS:CODE,DS:CODE,ES:CODE,SS:CODE
;
        ORG     100H
;
FAT     PROC
        LEA     DX,OPENING_MSG  ; 開始メッセージ表示
        MOV     AH,9
        INT     21H
;
        PUSH    DS
        MOV     AH,1CH                  ; ドライブのタイプを判別する
        MOV     DL,DRIVE+1
        INT     21H
        PUSH    DS
        POP     ES
        POP     DS
        CMP     AL,0FFH                 ; 不正なドライブか？
        JNE     GOOD_DRIVE              ; 正しいドライブなら次へ
;
BAD_DRIVE:
        LEA     DX,BAD_DRIVE_MES; ドライブが不正である旨のメッセージを出力
        MOV     AH,9
        INT     21H
        JMP     EXIT
;
GOOD_DRIVE:
        CMP     CX,1024                 ; 1MBディスクか？
        JE      MAIN
;
        CMP     CX,512                  ; 640KBディスクか？
        JNE     BAD_DRIVE               ; それ以外のディスクではエラー
;
        CMP     ES:BYTE PTR [BX],0FBH   ; セクタ／トラック=8か？
        JNE     BAD_DRIVE
;
MAIN:
        MOV     ALLOCSIZE,AL            ; セクタ／クラスタをセット
        MOV     MAX_CLUSTER,DX          ; クラスタ数をセット
;
```

```
        LEA     DX,PROMPT_TRACK  ; 使用不可にするトラックを入力
        MOV     AH,9
        INT     21H
        LEA     DX,IN_BUFFER
        MOV     AH,10
        INT     21H
        LEA     BX,IN_BUFFER+2   ; 入力数値をバイナリへ変換
        XOR     DL,DL
;
GET_NUM_LOOP:
        MOV     AL,[BX]          ; 数値文字データを取り出す
        CMP     AL,'0'
        JB      CHECK_TRACK      ; 数字でないなら変換終了
;
        CMP     AL,'9'
        JA      CHECK_TRACK      ; 数字でないなら変換終了
;
        SUB     AL,'0'           ; ASCII文字をバイナリへ変換
        MOV     DH,DL            ; レジスタDLを10倍する
        SHL     DL,1
        SHL     DL,1
        ADD     DL,DH
        SHL     DL,1
        ADD     DL,AL            ; 新たに加える
        INC     BX               ; 次の桁へ
        JMP     GET_NUM_LOOP
;
CHECK_TRACK:
        MOV     AL,DL
        MOV     TRACK,AL         ; トラック番号をセット
        XOR     AH,AH
        SHL     AX,1             ; レコード番号へ変換
        SHL     AX,1
        SHL     AX,1
        CMP     ALLOCSIZE,1      ; 1MBか640KBディスクか調べる
        JNE     CHECK_640KB      ; 640KBディスクとしてチェック
;
CHECK_1MB:                       ; 1MBディスクとしてチェック
        CMP     AX,11            ; 予約域であるかチェック
        JB      BAD_TRACK
;
        SUB     AX,9             ; レコード番号をクラスタ番号へ変換
        CMP     AX,MAX_CLUSTER   ; 最大クラスタ番号を越えていないかチェック
        JB      GET_FAT          ; 越えていなければFAT読み出しへ
;
BAD_TRACK:
        LEA     DX,BAD_TRACK_MSG1
        MOV     AH,9
        INT     21H
        JMP     EXIT
;
CHECK_640KB:                     ; 640KBディスクとしてチェック
        CMP     AX,12            ; 予約域であるかチェック
        JB      BAD_TRACK
;
        SUB     AX,10            ; レコード番号をクラスタ番号へ変換
        SHR     AX,1
        ADD     AX,2
        CMP     AX,MAX_CLUSTER   ; 最大クラスタ番号を越えていないかチェック
        JNB     BAD_TRACK        ; 越えていればエラーを出力
;
GET_FAT:                         ; FAT読み出しを行う
        MOV     CLUSTER,AX       ; クラスタ番号をセット
        MOV     AL,DRIVE         ; 読み出しドライブ
        LEA     BX,FAT_BUFFER    ; 読み出しバッファ
        MOV     CX,2             ; 読み出しレコード数（FATセクタ数）
        MOV     DX,1             ; 読み出し開始レコード番号（FAT開始セクタ）
```

```
        INT     25H
        POP     AX                      ; INT 25Hのためのダミーポップ
        JNC     CHECK_FAT               ; 読み出しエラーが発生していなければ次へ
;
        LEA     DX,READ_ERROR_MSG            ; 読み出しエラーメッセージを出力
        MOV     AH,9
        INT     21H
        JMP     EXIT
;
CHECK_FAT:                              ; トラックが使用されているかチェック
        MOV     AX,CLUSTER              ; クラスタ番号を取り出す
        MOV     BP,AX
        MOV     AL,ALLOCSIZE            ; 1トラックを占めるクラスタ数を算出
        XOR     AH,AH
        XOR     AX,11B                  ; 結果は1MBディスクなら8, 640KBディスクなら4
        SHL     AX,1
        SHL     AX,1
        MOV     CX,AX
;
CHECK_FAT_LOOP:
        MOV     AX,BP
        TEST    AX,1                    ; 奇数クラスタか?
        JNZ     ODD_CLUSTER             ; 奇数クラスタの処理を行う
;
EVEN_CLUSTER:                           ; 偶数クラスタの処理を行う
        MOV     SI,3                    ; クラスタに対応するバッファ内の位置を算出
        MUL     SI
        SHR     AX,1
        MOV     SI,AX
;
        MOV     AX,FAT_BUFFER[SI]; クラスタに対応する値を取り出す
        AND     AX,0FFFH                ; 上位4ビットを無効とする
        JMP     CHECK_VALUE             ; FAT値の調査へ
;
ODD_CLUSTER:                            ; 奇数クラスタの処理を行う
        DEC     AX                      ; クラスタに対応するバッファ内の位置を算出
        MOV     SI,3
        MUL     SI
        SHR     AX,1
        INC     AX
        MOV     SI,AX
;
        MOV     AX,FAT_BUFFER[SI]; クラスタに対応する値を取り出す
        SHR     AX,1                    ; 下位4ビットを無効とする
        SHR     AX,1
        SHR     AX,1
        SHR     AX,1
;
CHECK_VALUE:                            ; FAT値の調査
        OR      AX,AX                   ; 未使用か?
        JZ      NEXT_CLUSTER            ; 未使用ならば次のクラスタへ
;
        LEA     DX,BAD_TRACK_MSG2
        MOV     AH,9
        INT     21H
        JMP     EXIT
;
NEXT_CLUSTER:
        INC     BP                      ; 次のクラスタへ
        LOOP    CHECK_FAT_LOOP          ; 1トラックをチェックする
;
SET_FAT:                                ; トラックに含まれるクラスタを使用不可へ
        MOV     AX,CLUSTER              ; クラスタ番号を取り出す
        MOV     BP,AX
        MOV     AL,ALLOCSIZE            ; 1トラックを占めるクラスタ数を算出
        XOR     AH,AH
        XOR     AX,11B                  ; 結果は1MBディスクなら8, 640KBディスクなら4
```

```
        SHL     AX,1
        SHL     AX,1
        MOV     CX,AX
;
SET_FAT_LOOP:
        MOV     AX,BP
        TEST    AX,1            ; 奇数クラスタか?
        JNZ     ODD_CLUSTER1    ; 奇数クラスタの処理を行う
;
EVEN_CLUSTER1:                  ; 偶数クラスタの処理を行う
        MOV     SI,3            ; クラスタに対応するバッファ内の位置を算出
        MUL     SI
        SHR     AX,1
        MOV     SI,AX
;
        MOV     AX,FAT_BUFFER[SI]       ; クラスタに対応する値を取り出す
        AND     AX,0F000H       ; 上位4ビットを残して無効とする
        OR      AX,0FF7H        ; 使用不可クラスタ情報をセット
        JMP     SET_VALUE       ; FAT値のセット
;
ODD_CLUSTER1:                   ; 奇数クラスタの処理を行う
        DEC     AX              ; クラスタに対応するバッファ内の位置を算出
        MOV     SI,3
        MUL     SI
        SHR     AX,1
        INC     AX
        MOV     SI,AX
;
        MOV     AX,FAT_BUFFER[SI]; クラスタに対応する値を取り出す
        AND     AX,0FH          ; 下位4ビットを残して無効とする
        OR      AX,0FF70H       ; 使用不可クラスタ情報をセット
;
SET_VALUE:                      ; FAT値のセット
        MOV     FAT_BUFFER[SI],AX
        INC     BP              ; 次のクラスタへ
        LOOP    SET_FAT_LOOP    ; 1トラックをセットする
;
GET_SURE:
        LEA     DX,PROMPT_SURE  ; FAT書き込み確認のメッセージを出力
        MOV     AH,9
        INT     21H
        LEA     DX,IN_BUFFER    ; 応答を入力
        MOV     AH,10
        INT     21H
;
        MOV     AL,IN_BUFFER+2  ; バッファから取り出す
        AND     AL,0DFH         ; 大文字へ変換
        CMP     AL,'Y'
        JE      PUT_FAT         ; YESならばFATを書き戻す
;
        CMP     AL,'N'
        JNE     GET_SURE
;
PUT_FAT:                        ; FATを書き戻す
        MOV     AL,DRIVE        ; 書き込みドライブ
        LEA     BX,FAT_BUFFER   ; 書き込みバッファ
        MOV     CX,2            ; 書き込みレコード数(FATセクタ数)
        MOV     DX,1            ; 書き込み開始レコード番号(FAT開始セクタ)
        INT     26H
        POP     AX              ; INT 26Hのためのダミーポップ
        JNC     EXIT            ; 書き込みエラーが発生していなければ終了
;
        LEA     DX,WRITE_ERROR_MSG      ; 書き込みエラーメッセージを出力
        MOV     AH,9
        INT     21H
;
EXIT:
```

```
        MOV     AX,4C00H            ; 非常駐終了
        INT     21H
;
ALLOCSIZE       DB      ?           ; セクタ/クラスタ（1MBディスクでは1,
;                                                  640KBディスクでは2）
MAX_CLUSTER     DW      ?           ; クラスタ数（最大クラスタ番号+1）
;
TRACK           DB      ?           ; トラック
;
CLUSTER         DW      ?           ; クラスタ番号
;
IN_BUFFER       DB      10,?        ; キー入力用バッファ
                DB      10 DUP(?)
;
OPENING_MSG     DB      13,10
                DB      'ドライブ B: の指定トラックを使用不可にします.'
                DB      13,10,'$'
;
BAD_DRIVE_MES   DB      'ドライブは操作できません.'
                DB      13,10,'$'
;
PROMPT_TRACK    DB      13,10
                DB      '使用不可にするトラックを入力して下さい: '
                DB      '$'
;
BAD_TRACK_MSG1  DB      13,10
                DB      '指定トラックはファイル領域ではありません.'
                DB      13,10,7,'$'
;
BAD_TRACK_MSG2  DB      13,10
                DB      '指定トラックはファイルに割り当てられています.'
                DB      13,10,7,'$'
;
READ_ERROR_MSG  DB      13,10
                DB      'FATを読み出せません.'
                DB      13,10,7,'$'
;
WRITE_ERROR_MSG DB      13,10
                DB      'FATを書き戻せません.'
                DB      13,10,7,'$'
;
PROMPT_SURE     DB      13,10
                DB      '指定トラックを使用不可にします.'
                DB      13,10
                DB      'よろしいですか(Y/N)? '
                DB      '$'
;
FAT_BUFFER      DW      1024 DUP(?)     ; FAT読み出し用バッファ
;
FAT     ENDP
;
CODE    ENDS
;
        END     FAT
```

■図 4.5 FAT.COM ダンプリスト

```
00000000 : 8D 16 B9 02 B4 09 CD 21 1E B4 1C B2 02 CD 21 1E  : 5B7
00000010 : 07 1F 3C FF 75 0B 8D 16 EC 02 B4 09 CD 21 E9 81  : 687
00000020 : 01 81 F9 00 04 74 0C 81 F9 00 02 75 E9 26 80 3F  : 5BE
00000030 : FB 75 E3 A2 A7 02 89 16 A8 02 8D 16 09 03 B4 09  : 653
00000040 : CD 21 8D 16 AD 02 B4 0A CD 21 8D 1E AF 02 32 D2  : 64C
00000050 : 8A 07 3C 30 72 15 3C 39 77 11 2C 30 8A F2 D0 E2  : 60B
00000060 : D0 E2 02 D6 D0 E2 02 D0 43 EB E5 8A C2 A2 AA 02  : 9BB
```

```
00000070 : 32 E4 D1 E0 D1 E0 D1 E0 80 3E A7 02 01 75 19 3D  : 85C
00000080 : 0B 00 72 09 2D 09 00 3B 06 A8 02 72 1E 8D 16 34  : 30E
00000090 : 03 B4 09 CD 21 E9 0A 01 3D 0C 00 72 F0 2D 0A 00  : 484
000000A0 : D1 E8 05 02 00 3B 06 A8 02 73 E2 A3 AB 02 B0 01  : 601
000000B0 : 8D 1E 08 04 B9 02 00 BA 01 00 CD 25 58 73 0B 8D  : 482
000000C0 : 16 98 03 B4 09 CD 21 E9 D8 00 A1 AB 02 8B E8 A0  : 77E
000000D0 : A7 02 32 E4 35 03 00 D1 E0 D1 E0 8B C8 8B C5 A9  : 8A5
000000E0 : 01 00 75 13 BE 03 00 F7 E6 D1 E8 8B F0 8B 84 08  : 772
000000F0 : 04 25 FF 0F EB 18 90 48 BE 03 00 F7 E6 D1 E8 40  : 7A9
00000100 : 8B F0 8B 84 08 04 D1 E8 D1 E8 D1 E8 D1 E8 0B C0  : A45
00000110 : 74 0B 8D 16 64 03 B4 09 CD 21 E9 85 00 45 E2 BD  : 686
00000120 : A1 AB 02 8B E8 A0 A7 02 32 E4 35 03 00 D1 E0 D1  : 7DA
00000130 : E0 8B C8 8B C5 A9 01 00 75 16 BE 03 00 F7 E6 D1  : 827
00000140 : E8 8B F0 8B 84 08 04 25 00 F0 0D F7 0F EB 16 90  : 737
00000150 : 48 BE 03 00 F7 E6 D1 E8 40 8B F0 8B 84 08 04 25  : 79A
00000160 : 0F 00 0D 70 FF 89 84 08 04 45 E2 C7 8D 16 CE 03  : 606
00000170 : B4 09 CD 21 8D 16 AD 02 B4 0A CD 21 A0 AF 02 24  : 61E
00000180 : DF 3C 59 74 04 3C 4E 75 E3 B0 01 8D 1E 08 04 B9  : 5EF
00000190 : 02 00 BA 01 00 CD 26 58 73 08 8D 16 B3 03 B4 09  : 499
000001A0 : CD 21 B8 00 4C CD 21 00 00 00 00 00 00 0A 00 00  : 2EA
000001B0 : 00 00 00 00 00 00 00 00 00 0D 0A 83 68 83 89 83  : 291
000001C0 : 43 83 75 20 42 3A 20 82 CC 8E 77 92 E8 83 67 83  : 731
000001D0 : 89 83 62 83 4E 82 F0 8E 67 97 70 95 73 89 C2 82  : 882
000001E0 : C9 82 B5 82 DC 82 B7 81 44 0D 0A 24 83 68 83 89  : 78E
000001F0 : 83 43 83 75 82 CD 91 80 8D EC 82 C5 82 AB 82 DC  : 969
00000200 : 82 B9 82 F1 81 44 0D 0A 24 0D 0A 8E 67 97 70 95  : 656
00000210 : 73 89 C2 82 C9 82 B7 82 E9 83 67 83 89 83 62 83  : 90B
00000220 : 4E 82 F0 93 FC 97 CD 82 B5 82 C4 89 BA 82 B3 82  : A2A
00000230 : A2 3A 20 24 0D 0A 8E 77 92 E8 83 67 83 89 83 62  : 691
00000240 : 83 4E 82 CD 83 74 83 40 83 43 83 8B 97 CC 88 E6  : 87F
00000250 : 82 C5 82 CD 82 A0 82 E8 82 DC 82 B9 82 F1 81 44  : 9F3
00000260 : 0D 0A 07 24 0D 0A 8E 77 92 E8 83 67 83 89 83 62  : 5B3
00000270 : 83 4E 82 CD 83 74 83 40 83 43 83 8B 82 C9 8A 84  : 807
00000280 : 82 E8 93 96 82 C4 82 E7 82 EA 82 C4 82 A2 82 DC  : A76
00000290 : 82 B7 81 44 0D 0A 07 24 0D 0A 46 41 54 82 F0 93  : 537
000002A0 : C7 82 DD 8F 6F 82 B9 82 DC 82 B9 82 F1 81 44 0D  : 93D
000002B0 : 0A 07 24 0D 0A 46 41 54 82 F0 8F 91 82 AB 96 DF  : 65B
000002C0 : 82 B9 82 DC 82 B9 82 F1 81 44 0D 0A 07 24 0D 0A  : 665
000002D0 : 8E 77 92 E8 83 67 83 89 83 62 83 4E 82 F0 8E 67  : 892
000002E0 : 97 70 95 73 89 C2 82 C9 82 B5 82 DC 82 B7 81 44  : 938
000002F0 : 0D 0A 82 E6 82 EB 82 B5 82 A2 82 C5 82 B7 82 A9  : 8F2
00000300 : 28 59 2F 4E 29 3F 20 24 00 00 00 00 00 00 00 00  : 1AA
```

FAT.COMはパラメータを与えずに実行します。あとは、FAT.COMの指示に従ってパラメータを入力してください。FAT.COMは、指定されたトラックに含まれるクラスタのうち、1個でもすでに使用されている場合には、エラーを出力して動作を停止します。

FAT.COMの使用例を示しましょう。ここではシステムディスク（PS98－125－HMW）において使用されていない最終トラックに、セクタ長を変化させる（1セクタ＝256バイト）というプロテクトをかけるものです。

■図4.6　最終トラックにプロテクトをかける例

```
A>CHKDSK B:⏎                                   ―まずディスクをチェックしておく

   1250304 バイト : 全ディスク容量
     61440 バイト : 2 個のシステムファイル
   1154048 バイト : 47 個のユーザーファイル
     34816 バイト : 使用可能ディスク容量          ―正常である

    655360 バイト : 全メモリ
    497664 バイト : 使用可能メモリ

A>FAT⏎                                          ―FAT.COMを実行

ドライブ B: の指定トラックを使用不可にします.

使用不可にするトラックを入力して下さい:153 ―トラックを入力
指定トラックを使用不可にします.
よろしいですか(Y/N)? Y⏎
A>CHKDSK B:⏎                                    ―再びディスクをチェック

   1250304 バイト : 全ディスク容量
     61440 バイト : 2 個のシステムファイル
   1154048 バイト : 47 個のユーザーファイル
      8192 バイト : 不良セクタ                  ―不良セクタが確認できる
     26624 バイト : 使用可能ディスク容量

    655360 バイト : 全メモリ
    497664 バイト : 使用可能メモリ

A>SYMDEB⏎                                       ―プロテクトを施す
Microsoft Symbolic Debug Utility
Version 3.01
(C)Copyright Microsoft Corp 1984, 1985
Processor is [8086]
-A⏎                                             ―プログラムを入力
2F6D:0100 MOV AH,5D
2F6D:0102 MOV AL,91
2F6D:0104 MOV BX,4
2F6D:0107 MOV CH,1
2F6D:0109 MOV CL,4C                             ―セクタ長1(=256バイト)のプロテクトをかける
2F6D:010B MOV DH,1
2F6D:010D MOV DL,FF
2F6D:010F MOV BP,200
2F6D:0112 INT 1B
2F6D:0114
-E 200 4C 01 01 01⏎                             ―IDをセット
-G=100,114⏎                                     ―実行
AX=0091  BX=0004  CX=014C  DX=01FF  SP=CF82  BP=0200  SI=0000  DI=0000
DS=2F6D  ES=2F6D  SS=2F6D  CS=2F6D  IP=0114   NV UP EI PL NZ NA PO NC
2F6D:0114 06          PUSH    ES
-Q⏎

A>DISKCOPY A: B: /V⏎                            ―もとのディスクと比較
DISKCOPY version 2.1

ディスクの照合を行います

送り側ディスクをドライブ A: に挿入してください
受け側ディスクをドライブ B: に挿入してください
準備ができたらどれかのキーを押してください

トラック 0 の内容が異っています
中止 <A> ,強行 <I> ? I⏎                         ―FATが異なっている

トラック 153 で読み込みを失敗しました
中止 <A> ,再試行 <R> ,強行 <I> ? A⏎             ―プロテクトがかかっている
```

```
照合は失敗しました
別のディスクを照合しますか <Y/N>? N
```

4.2 ダミーファイルを作る

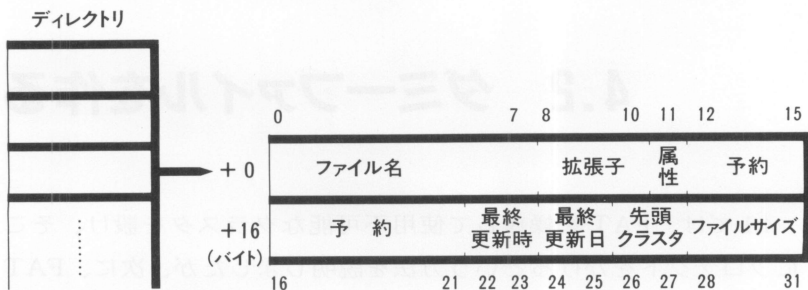
4.1では、FATを操作して使用不可能なクラスタを設け、そこにプロテクトをかけるという方法を説明しましたが、次に、FATを操作するという点では同じで、さらにディレクトリを操作してダミーファイルを作るという方法を説明しましょう。

不良クラスタを設ける方法ではFAT内を眺めると、不自然なことがはっきりとわかってしまって、プロテクト向きではありません。そこで、ダミーファイルを設け、ファイルの一部にプロテクトをかけてしまうのです。もちろんそのファイルは、OSから読み書きすることはできません。極端な話、あらゆるアクセスを禁止しなければなりません（アクセスさせ、エラーの発生を確認するという逆説的使用法もあります）。

ダミーファイルにプロテクトをかけるには、すでに存在するファイルにプロテクトをかけるほうが楽でもあるし自然です。なぜなら、MS−DOSが新たにファイルを作るとき、作られる位置は外からはわからないからです。また、FATを操作して、強引にプロテクトをかけたトラックにファイルの位置を持ってきても、何となく不自然です。そこで、すでに存在するファイルの位置を捜して、そこにプロテクトをかけてしまうのです。

ファイルの位置を見つけるには、FATのほかにディレクトリも参照します。ディレクトリの位置については、4.1を参照してくだ

さい。ここではディレクトリの構造について説明します。

■図 4.7　MS－DOS のディレクトリ

MS－DOS のディレクトリは、1 個のファイルについて 32 バイトで構成され、そこにファイル名や属性、サイズなどの情報が格納されています。図 4.7 からもわかるように、ディレクトリから目的のファイル名を捜し、そのファイルに対応する先頭のクラスタを見つけ、そのクラスタを含むトラックに対してプロテクトをかければよいのです。

4.3 チェックの方法

さて、はじめにも触れたようにプロテクトというものは、それをチェックして初めてその効果が現れます。初期のプロテクトと異なり、現在ではコピープログラムを停止させるのが目的ではないので、きちんとコピーされているかどうかをチェックすることは、どうしても必要なわけです。

チェックを行うにはいくつかの方法があります。まずプログラムの先頭においてチェックを行い、チェックに失敗したら、そこでプログラムを終了させてしまうものです。しかしこれはプログラムの先頭でチェックを済ませてしまうため、解読によってチェックルーチンが見つけられやすいという欠点を持ちます。この方法は、現在では姿を消す傾向にあり、次に示すようなチェックルーチンをばらまくという方法に移っています。

プログラムの要所要所でチェックを行い、チェックに成功したことを確認してから、実行を継続させるというものです。最初はうまく動いていても、途中で動かなくなる可能性があるわけで、チェックルーチンが見つかりにくく、現在ではこの方法が主流になりつつあります。

しかし、プロテクトモジュールを外部で作成している場合、それを組み込む都合上、どうしてもプログラムの先頭にチェックルーチンを置く必要が出てくる場合があります。また、チェックルーチンによるディスクアクセスによって、本当に必要であるディスク操作が遅くなるなどの支障の出てくる場合もあります。

応用編 II

応用編 II

1. ツールに対抗する
2. 暗号化のテクニック
3. プログラムをかくす
4. 錯乱のためのテクニック
5. ワナをかける
6. 既存の知識を破棄させる
7. プログラム実行のテクニック

応用編 I では、プロテクトをかける側に立った手法として、比較的初歩的なものを扱ってきました。続けて応用編IIでは、マシンやCPU の知識を限りなく活かす、かなり高度ともいえるテクニックを紹介していきます。

1

ツールに対抗する

DEBUG, SYMDEB をはじめとするデバッガは、プログラム解析の際によく用いられるツールですが、これにはそれなりの弱点があります。なぜなら、これらは MS－DOS の環境に合わせて動作するプログラムのためにあるので、ふだんプログラム解析に用いられるようなものではないからです。現在、多くのユーザがこれらを用いて解析しているとなれば、それを封じることは簡単です。

ここでは、この SYMDEB をはじめとする、解析ツールの機能に対抗するようなテクニックを集めて紹介します。

なお、いずれもプログラムが実行された場合にのみ効果を持つものですので、プログラムを実行させない、すなわち逆アセンブルリストの解読に対抗するには、応用編 I に紹介したテクニックを用い、できるだけプログラムを実行させる手段に出る必要があります。

1.1 ツールの命を無効にする

■INT3命令を無効にする

○考え方

ブレークポイントを置いてプログラムの実行を追っている場合に効果があります。ふつう、ブレークポイントを置くということは、INT3 命令を置くことなのです。INT3 命令は INT 命令の特殊なものであり、1 バイトで 1 命令を構成することができます。INT 命令は 2 バイトで構成されますから、ブレークポイントとして適しているのです（もっとも、この目的で用意された命令なのですが）。

○実現方法

SYMDEBでは、次のようにプログラムの実行コマンドが入力されると、以下のようなことを行います。

```
-g=100,13f ⏎
```

まず実行開始アドレス（待避してあるレジスタIPの内容）を0100Hに設定し、ワークエリアに待避してあるレジスタの内容（Rコマンドで表示されるもの）を実際のレジスタの内容とし、実行終了アドレス（013FH）にINT3命令を置いてから、実行開始アドレスへジャンプします。あとは、メモリ上にある指定されたアドレスからのプログラムが実行されるわけですが、実行がブレークポイントの設定されている013FHにくると、INT3命令が実行されます。

INT3命令が実行されると、INT 1BHなどと同様、対応する割り込みベクタに格納されているアドレスにジャンプしますが、ここにはブレークポイント処理ルーチンとして、レジスタの内容をワークエリアにセーブし実行をデバッガに戻すルーチンを、デバッガ自身が置いています。要するに、INT3に対する処理ルーチンはデバッガが置いているのですから、INT3が実行される前に解析されるプログラムのほうで、INT3割り込みを封じてしまえばよいのです。INT3が入ったとたんにプログラムを暴走させてしまうのが、もっとも単純ともいえる方法でしょう。

INT3に対する処理ルーチンは、解析されるプログラムが自分で持っています。プログラムの冒頭でINT3のベクタをこの新しいルーチンのアドレスに書き換えればOKです。

INT3を封じるには、プログラムを書き換えながら実行するという手もあります。すなわちブレークポイントを設定するような場所

を書き換えながら実行すれば、ブレークポイントは抹消され、実行は停止されないわけです。

○対処法

INT3に対応する割り込みベクタを書き換える部分を、実行させないようにするのが一番です。とりあえずプログラムを走らせて、まともに動作しなくなる区間を絞ります。

また、INT3に対応する割り込みベクタを書き換えるという手段がありますが、プログラムの実行中に書き換えられてしまうのでは手の打ちようがありません。しかし、多少手のこんだ方法ですが、シングルステップ割り込みを用いるという方法があります。

8086は、トレースフラグ（TF）が1であるときには、1命令実行するごとにINT 01Hと等価な割り込みを発生させます。通常、この割り込みはプログラムのトレースに用いられているのですが、ブレークポイントを設定している場合には、とりあえずトレースは行う必要がないのですから、ここで、シングルステップ割り込みをINT3ベクタの復帰に用いるのです。するとプログラムの実行において、1命令ごとにINT 01Hの割り込みが入りますが、ここで常にINT3に対するベクタを書き改めるのです。そうすれば、たとえある命令において割り込みベクタが書き換えられても、次の命令を実行する時点においては、割り込みベクタは元の状態に戻っているわけです。

ただし、この対処法は完璧ではありません。後述するようにシングルステップ割り込みを封じられたら、ひとたまりもありません。別の手段として、インターバルタイマを用いて、割り込みベクタを定期的に書き改めるというのもありますが、インターバルタイマを封じられたら使用できませんし、また、シングルステップ割り込みを行うほどのキメ細かな操作もできません。また、SYMDEBにこ

のような機能を付加するのは困難です。新たに解析用プログラムを作成するという場合の、参考程度にとどめておけばよいでしょう。

○サンプル

INT3に対応する割り込みベクタを、プログラムの先頭で書き換えて、INT3に出会うと、即座にSYMDEBを終了してしまうサンプルプログラムINT3. COMを、図1.1として示します。実行例もSYMDEB上で動作させて示してあります。

■図1.1 INT3. ASMソースリスト

```
;
;*********************************************************************
;
;        INT3.ASM
;
;        SYMDEBの機能を無効にするサンプル(1)
;
;        このプログラムを実行することによって，INT3による
;        ブレークポイントの機能を無効にできます．
;
;        COPYRIGHT(C) 1987 BY SHUWA SYSTEM TRADING CO.,LTD.
;
;        LAST MODIFIED ON FEBRUARY 4TH,1987
;
;*********************************************************************
CODE     SEGMENT
         ASSUME  CS:CODE,DS:CODE
;
         ORG     100H
;
_INT3    PROC
;
         LEA     DX,MESSAGE          ; 警告の表示
         MOV     AH,9
         INT     21H
;
         MOV     AX,2503H            ; 割り込みベクタの設定
         LEA     DX,ENTRY
         INT     21H
;
         LEA     DX,ENDING           ; ぶじに終了したことを告げるメッセージ
         MOV     AH,9
         INT     21H
;
         MOV     AX,4C00H
         INT     21H
;
ENTRY    PROC    FAR
;
         LEA     DX,ESCAPE           ; 終了メッセージの表示
         MOV     AH,9
```

```
          INT       21H
;
          MOV       ES,DS:[0AH]       ; プログラム終了アドレスを取得
          LES       AX,ES:[0AH]       ; 親のプログラム終了アドレスを取得
          MOV       DS:WORD PTR [0AH],AX    ; プログラム終了アドレスをコピー
          MOV       DS:WORD PTR [0CH],ES
;
          MOV       AX,4C01H          ; プログラム終了（Int trap haltが発生）
          INT       21H
;
ENTRY     ENDP
;
MESSAGE   DB        13,10
          DB        'ここから先は危険ですよ！！'
          DB        13,10,'$'
;
ENDING    DB        13,10
          DB        'ぶじプログラムは実行されました．'
          DB        13,10,'$'
;
ESCAPE    DB        13,10
          DB        'さようなら．．．，SYMDEB．．．'
          DB        13,10,'$'
;
_INT3     ENDP
;
CODE      ENDS
;
          END       _INT3
```

■図 1.1　INT3. COM ダンプリスト

```
00000000 : 8D 16 3B 01 B4 09 CD 21 B8 03 25 8D 16 1E 01 CD  : 4F9
00000010 : 21 8D 16 5A 01 B4 09 CD 21 B8 00 4C CD 21 8D 16  : 55F
00000020 : 7F 01 B4 09 CD 21 8E 06 0A 00 26 C4 06 0A 00 A3  : 466
00000030 : 0A 00 8C 06 0C 00 B8 01 4C CD 21 0D 0A 82 B1 82  : 467
00000040 : B1 82 A9 82 E7 90 E6 82 CD 8A EB 8C AF 82 C5 82  : A83
00000050 : B7 82 E6 81 49 81 49 0D 0A 24 0D 0A 82 D4 82 B6  : 693
00000060 : 83 76 83 8D 83 4F 83 89 83 80 82 CD 8E C0 8D 73  : 887
00000070 : 82 B3 82 EA 82 DC 82 B5 82 BD 81 44 0D 0A 24 0D  : 782
00000080 : 0A 82 B3 82 E6 82 A4 82 C8 82 E7 81 44 81 44 81  : 88B
00000090 : 44 81 43 53 59 4D 44 45 42 81 44 81 44 81 44 0D  : 528
000000A0 : 0A 24                                            : 02E
```

■図 1.1　INT3. COM 実行例

```
A>INT3⏎  ──────────────── ダイレクトに実行
ここから先は危険ですよ！！
ぶじプログラムは実行されました．──── 実行された
A>SYMDEB B:¥CMDS¥INT3.COM⏎ ──────── デバッガで動作させてみる
Microsoft Symbolic Debug Utility
Version 3.01
(C)Copyright Microsoft Corp 1984, 1985
Processor is [8086]
```

```
-U↵ ─────────────────────────確認のため逆アセンブル
30C1:0100 8D163B01          LEA     DX,[013B]
30C1:0104 B409              MOV     AH,09
30C1:0106 CD21              INT     21
30C1:0108 B80325            MOV     AX,2503
30C1:010B 8D161E01          LEA     DX,[011E]
30C1:010F CD21              INT     21
30C1:0111 8D165A01          LEA     DX,[015A]
30C1:0115 B409              MOV     AH,09
-G=100,108↵ ──────────────────最初のメッセージを表示させてみる

ここから先は危険ですよ！！
AX=0924  BX=0000  CX=00A2  DX=013B  SP=FFFE  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C1  ES=30C1  SS=30C1  CS=30C1  IP=0108   NV UP EI PL NZ NA PO NC
30C1:0108 B80325            MOV     AX,2503
-U↵
30C1:010B 8D161E01          LEA     DX,[011E]
30C1:010F CD21              INT     21
30C1:0111 8D165A01          LEA     DX,[015A]
30C1:0115 B409              MOV     AH,09
30C1:0117 CD21              INT     21
30C1:0119 B8004C            MOV     AX,4C00
30C1:011C CD21              INT     21
30C1:011E 8D167F01          LEA     DX,[017F]
-G119↵ ──────────────────────────終りまで実行

ぶじプログラムは実行されました.

さようなら....,SYMDEB...───────暴走してしまった
```

■システムコールを無効にする

○考え方

デバッガは、入力や出力をMS-DOSのシステムコールを用いて行っています。プログラムをトレースする際にもシステムコールを用いて、レジスタの内容や命令を表示しているのです。このシステムコールが機能しなければ、デバッガは何の情報も提供できなくなるのです。

○実現方法

基本的にはINT3の封じ込めと同じです。システムコールに対応する割り込みベクタは21Hですから、ここを、自らが用意するルーチンへ書き換えてもよいでしょう。

○対処法

INT3 の封じ込めに対処するのと同様に、割り込みベクタを書き換えている箇所を潰すか、シングルステップ割り込みやインターバルタイマを用いて、割り込みベクタを書き改めます。

■シングルステップ割り込みを無効にする

○考え方

SYMDEB を用いてプログラムの実行を追跡する際に、前述のブレークポイントを置くものと、シングルステップ割り込みを用いた2通りの方法が考えられます。ここでは、後者の方法を封じる手段について紹介します。

○実現方法

SYMDEB は、随時、シングルステップ割り込みに対応するベクタを、正常なものへ書き戻すようなことを行っています。ですから、プログラム中でシングルステップに対抗した割り込みベクタを書き改めても、すぐに元に戻されて、トレースを停止させることができません。しかしこれを逆手にとって、書き戻すことをチェックするようにすれば、プログラムが SYMDEB 上で実行されていることを判断することができます。

実現のための方法はいたって簡単です。まずプログラムの先頭がある位置で、シングルステップ割り込みに対応したベクタ（INT 01H）を書き換えてみます。そしてしばらくした後に、そこが書き換えた内容と異なっていれば、SYMDEB 上で実行されていると判断することができるわけです。

○対処方法

SYMDEBを改造し、書き戻すという処理をキャンセルさせるしかありませんが、これでは、ほんとうにシングルステップ割り込みを封じる操作に出られてしまうこともあり、なかなか両方に対応する策というものはありません。しかし、書き戻す前に書き戻す操作が必要かということを調べれば、書き戻す操作が必要なときには、プログラム中で書き換えが行われたことがわかるわけですし、また必要でないときには、書き換えが行われていないことになります。よって、先手を打って相手の出方をうかがうという方法が考えられるのですが、SYMDEB自体にパッチをあてるなど、多少実現には手間どります。

○サンプル

シングルステップ割り込みに対応した割り込みベクタを書き換え、きちんと書き換わったままになっているかどうかをチェックするプログラムTF. COMを、実行例と共に図1.2として示します。

■図1.2 TF. ASM ソースリスト

```
;
;*****************************************************************
;
;       TF.ASM
;
;       SYMDEBの機能を無効にするサンプル（２）
;
;       このプログラムを実行することによって，トレースフラグによる
;       ステップ実行の有無を検出することができます．
;
;       COPYRIGHT(C) 1987 BY SHUWA SYSTEM TRADING CO.,LTD.
;
;       LAST MODIFIED ON FEBRUARY 4TH,1987
;
;*****************************************************************
;
CODE    SEGMENT
        ASSUME  CS:CODE,DS:CODE
;
        ORG     100H
;
TF      PROC
;
```

```
        LEA     DX,MESSAGE          ; 警告を表示
        MOV     AH,9
        INT     21H
;
        MOV     AX,2501H
        LEA     DX,ENTRY
        INT     21H
;
        XOR     AX,AX               ; トレースされていないかチェック
        MOV     ES,AX
        MOV     BX,1                ; シングルステップ割り込みの割り込みタイプ
        SHL     BX,1
        SHL     BX,1
        MOV     AX,ES:[BX]          ; オフセットをチェック
        SUB     AX,OFFSET ENTRY
        MOV     DX,AX
        MOV     AX,ES:[BX+2]        ; セグメントをチェック
        MOV     CX,CS
        SUB     AX,CX
        OR      AX,DX
        JZ      NORMAL
;
        LEA     DX,BAD              ; トレースしていることを叱るメッセージ
        MOV     AH,9
        INT     21H
        JMP     EXIT
;
NORMAL:
        LEA     DX,ENDING           ; ぶじに終了したことを告げるメッセージ
        MOV     AH,9
        INT     21H
;
EXIT:
        MOV     AX,4C00H            ; プログラム終了
        INT     21H
;
ENTRY   PROC    FAR                 ; シングルステップ割り込み処理ルーチン
;
        IRET                        ; ダミー
;
ENTRY   ENDP
;
MESSAGE DB      13,10
        DB      'トレースはしていないでしょうね?'
        DB      13,10,'$'
;
ENDING  DB      13,10
        DB      'プログラムは正規に実行されていました.'
        DB      13,10,'$'
;
BAD     DB      13,10
        DB      'あなたはトレースしていますね?'
        DB      13,10,'$'
;
TF      ENDP
;
CODE    ENDS
;
        END     TF
```

■図 1.2　TF. COM　ダンプリスト

```
00000000 : 8D 16 49 01 B4 09 CD 21 B8 01 25 8D 16 48 01 CD  : 52F
00000010 : 21 33 C0 8E C0 BB 01 00 D1 E3 D1 E3 26 8B 07 2D  : 76B
00000020 : 48 01 8B D0 26 8B 47 02 8C C9 2B C1 0B C2 74 0B  : 62B
00000030 : 8D 16 99 01 B4 09 CD 21 EB 09 90 8D 16 6E 01 B4  : 632
00000040 : 09 CD 21 B8 00 4C CD 21 CF 0D 0A 83 67 83 8C 81  : 649
00000050 : 5B 83 58 82 CD 82 B5 82 C4 82 A2 82 C8 82 A2 82  : 916
00000060 : C5 82 B5 82 E5 82 A4 82 CB 81 48 0D 0A 24 0D 0A  : 6F1
00000070 : 83 76 83 8D 83 4F 83 89 83 80 82 CD 90 B3 8B 4B  : 852
00000080 : 82 C9 8E C0 8D 73 82 B3 82 EA 82 C4 82 A2 82 DC  : A02
00000090 : 82 B5 82 BD 81 44 0D 0A 24 0D 0A 82 A0 82 C8 82  : 67B
000000A0 : BD 82 CD 83 67 83 8C 81 5B 83 58 82 B5 82 C4 82  : 8BB
000000B0 : A2 82 DC 82 B7 82 CB 81 48 0D 0A 24              : 58A
```

■図 1.2　TF. COM　実行例

```
A>TF↵  ――――――――――――――――――――――ダイレクトに実行

トレースはしていないでしょうね?

プログラムは正規に実行されていました.――――正常に実行される

A>SYMDEB B:¥CMDS¥TF.COM↵  ――――――――デバッガで実行させてみる
Microsoft Symbolic Debug Utility
Version 3.01
(C)Copyright Microsoft Corp 1984, 1985
Processor is [8086]
-U↵  ――――――――――――――――――――――――――念のため確認
30C1:0100 8D164901       LEA    DX,[0149]
30C1:0104 B409           MOV    AH,09
30C1:0106 CD21           INT    21
30C1:0108 B80125         MOV    AX,2501
30C1:010B 8D164801       LEA    DX,[0148]
30C1:010F CD21           INT    21
30C1:0111 33C0           XOR    AX,AX
30C1:0113 8EC0           MOV    ES,AX
-T100↵  ――――――――――――――――――――――――トレースしてみる
AX=0000  BX=0000  CX=00BC  DX=0149  SP=FFFE  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C1  ES=30C1  SS=30C1  CS=30C1  IP=0104   NV UP EI PL NZ NA PO NC
30C1:0104 B409           MOV    AH,09
AX=0900  BX=0000  CX=00BC  DX=0149  SP=FFFE  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C1  ES=30C1  SS=30C1  CS=30C1  IP=0106   NV UP EI PL NZ NA PO NC
30C1:0106 CD21           INT    21  ;Display String

トレースはしていないでしょうね?
AX=0924  BX=0000  CX=00BC  DX=0149  SP=FFFE  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C1  ES=30C1  SS=30C1  CS=30C1  IP=0108   NV UP EI PL NZ NA PO NC
30C1:0108 B80125         MOV    AX,2501
AX=2501  BX=0000  CX=00BC  DX=0149  SP=FFFE  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C1  ES=30C1  SS=30C1  CS=30C1  IP=010B   NV UP EI PL NZ NA PO NC
30C1:010B 8D164801       LEA    DX,[0148]                          DS:0148=0DC
F
AX=2501  BX=0000  CX=00BC  DX=0148  SP=FFFE  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C1  ES=30C1  SS=30C1  CS=30C1  IP=010F   NV UP EI PL NZ NA PO NC
30C1:010F CD21           INT    21  ;Set Vector
AX=2501  BX=0000  CX=00BC  DX=0148  SP=FFFE  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C1  ES=30C1  SS=30C1  CS=30C1  IP=0111   NV UP EI PL NZ NA PO NC
30C1:0111 33C0           XOR    AX,AX
AX=0000  BX=0000  CX=00BC  DX=0148  SP=FFFE  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C1  ES=30C1  SS=30C1  CS=30C1  IP=0113   NV UP EI PL ZR NA PE NC
30C1:0113 8EC0           MOV    ES,AX
AX=0000  BX=0001  CX=00BC  DX=0148  SP=FFFE  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C1  ES=0000  SS=30C1  CS=30C1  IP=0118   NV UP EI PL ZR NA PE NC
30C1:0118 D1E3           SHL    BX,1
```

```
AX=0000  BX=0002  CX=00BC  DX=0148  SP=FFFE  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C1  ES=0000  SS=30C1  CS=30C1  IP=011A   NV UP EI PL NZ NA PO NC
30C1:011A D1E3          SHL     BX,1
AX=0000  BX=0004  CX=00BC  DX=0148  SP=FFFE  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C1  ES=0000  SS=30C1  CS=30C1  IP=011C   NV UP EI PL NZ NA PO NC
30C1:011C 268B07        MOV     AX,ES:[BX]                     ES:0004=014
8
AX=2B45  BX=0004  CX=00BC  DX=0148  SP=FFFE  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C1  ES=0000  SS=30C1  CS=30C1  IP=011F   NV UP EI PL NZ NA PO NC
30C1:011F 2D4801        SUB     AX,0148
AX=29FD  BX=0004  CX=00BC  DX=0148  SP=FFFE  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C1  ES=0000  SS=30C1  CS=30C1  IP=0122   NV UP EI PL NZ AC PO NC
30C1:0122 8BD0          MOV     DX,AX
AX=29FD  BX=0004  CX=00BC  DX=29FD  SP=FFFE  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C1  ES=0000  SS=30C1  CS=30C1  IP=0124   NV UP EI PL NZ AC PO NC
30C1:0124 268B4702      MOV     AX,ES:[BX+02]                  ES:0006=27C
8
AX=27D8  BX=0004  CX=00BC  DX=29FD  SP=FFFE  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C1  ES=0000  SS=30C1  CS=30C1  IP=0128   NV UP EI PL NZ AC PO NC
30C1:0128 8CC9          MOV     CX,CS
AX=F717  BX=0004  CX=30C1  DX=29FD  SP=FFFE  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C1  ES=0000  SS=30C1  CS=30C1  IP=012C   NV UP EI NG NZ NA PE CY
30C1:012C 0BC2          OR      AX,DX
AX=FFFF  BX=0004  CX=30C1  DX=29FD  SP=FFFE  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C1  ES=0000  SS=30C1  CS=30C1  IP=012E   NV UP EI NG NZ NA PE NC
30C1:012E 740B          JZ      013B
AX=FFFF  BX=0004  CX=30C1  DX=29FD  SP=FFFE  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C1  ES=0000  SS=30C1  CS=30C1  IP=0130   NV UP EI NG NZ NA PE NC
30C1:0130 8D169901      LEA     DX,[0199]                      DS:0199=0A0
D
AX=FFFF  BX=0004  CX=30C1  DX=0199  SP=FFFE  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C1  ES=0000  SS=30C1  CS=30C1  IP=0134   NV UP EI NG NZ NA PE NC
30C1:0134 B409          MOV     AH,09
AX=09FF  BX=0004  CX=30C1  DX=0199  SP=FFFE  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C1  ES=0000  SS=30C1  CS=30C1  IP=0136   NV UP EI NG NZ NA PE NC
30C1:0136 CD21          INT     21  ;Display String

あなたはトレースしていますね？――――トレースしているのがわかってしまう
AX=0924  BX=0004  CX=30C1  DX=0199  SP=FFFE  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C1  ES=0000  SS=30C1  CS=30C1  IP=0138   NV UP EI NG NZ NA PE NC
30C1:0138 EB09          JMP     0143
AX=0924  BX=0004  CX=30C1  DX=0199  SP=FFFE  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C1  ES=0000  SS=30C1  CS=30C1  IP=0143   NV UP EI NG NZ NA PE NC
30C1:0143 B8004C        MOV     AX,4C00
AX=4C00  BX=0004  CX=30C1  DX=0199  SP=FFFE  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C1  ES=0000  SS=30C1  CS=30C1  IP=0146   NV UP EI NG NZ NA PE NC
30C1:0146 CD21          INT     21  ;Terminate a Process

Program terminated normally (0)
-Q↵

A>
```

1.2 親をチェックする

○考え方

MS−DOSでは、プログラムはプロセスとして起動しています。このときプロセスを起動したほうを親プロセス、起動されたほうを子プロセスといいます。一般的には、アプリケーションはCOMMAND.COMが子プロセスとして起動するのですから、親がCOMMAND.COMであるかどうかをチェックすると、デバッガで起動した場合には、チェック失敗ということになって、アプリケーション側では、何かしらの手が打てることになります。

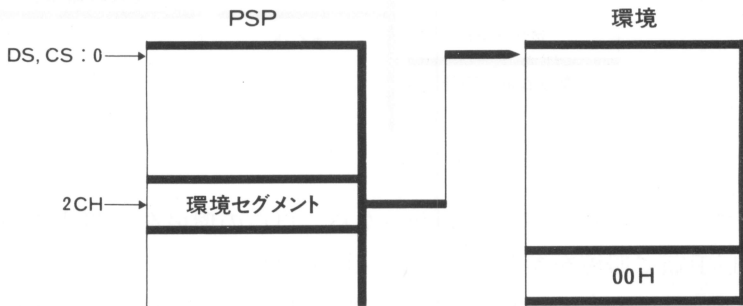
○実現方法

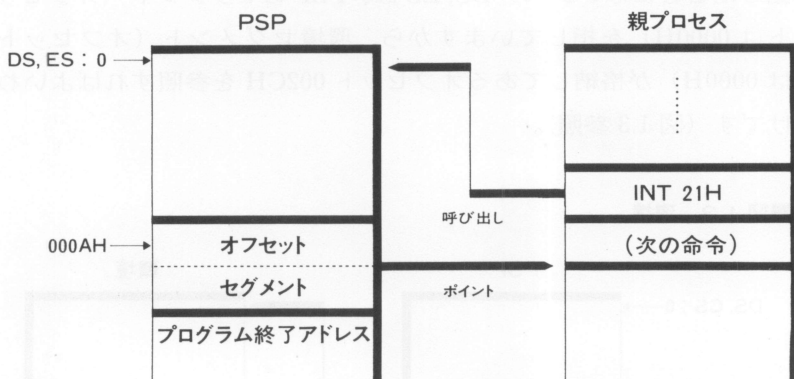
実際に親を調べるには、親の環境をチェックする方法があります。環境というのは、各プロセスに個別に用意されている文字列の集合体ですが、その内容はSETコマンドで見ることができます。SETコマンドを実行すると、だいたい、次のように環境の内容が表示されるはずです。

```
A>set ↵
COMSPEC =¥COMMAND.COM
PATH =
```

この場合、表示されるのはCOMMAND.COMの環境ですが、この表示はCOMMAND.COMが自らの環境を表示しているからにほかなりません。同様にあらゆるプロセスが、自らの環境を表示しないまでも、参照することができるのです。

環境の位置というのはPSPに格納されています。プロセスが起動したときにはレジスタDS, ESは、PSPのセグメント（オフセットは0000H）を指していますから、環境セグメント（オフセットは0000H）が格納してあるオフセット002CHを参照すればよいわけです（図1.3参照）。

■図1.3　環境

しかし、自らが参照できる環境は自らのPSPに入っているものですから、環境をチェックしたところで親を知る術はありません。そこで、PSPに格納されている別の情報、プログラム終了アドレス（子プロセスが終了したときに戻るべき、親プロセスでの位置が記録されている）を参照して、親のPSPの位置を求めます。具体的には、PSPのオフセット0000AHを参照すればよく、そこにプロセスが終了したときに戻るべきアドレスが、セグメント：オフセットと対で格納されていますから、そこのセグメント部分を参照すれば親のセグメントがわかるわけです。親がCOMMAND.COMならば、戻りアドレスのセグメントを、そのままPSPのセグメントとみなすことができるのです（図1.4参照）。

■図 1.4 プログラム終了アドレス

さて親の PSP の位置がわかったら、自らの環境を参照するのと同じ手順で環境を参照してみましょう（オフセット 002CH を見てみます）。ここが 0000H であれば親は最初に起動された COMMAND.COM です。SYMDEB などのデバッガから起動すると親のプロセスの環境は、デバッガが故意にオフセット 002CH を 0000H にしていない限り、デバッガから起動されていることを見抜かれてしまうわけです。

ここで、親の環境をチェックする簡単なサブルーチン GET_PARENT_ENV を紹介します。これは、自らの PSP のセグメントがレジスタ DS に入っているものとして、親の環境セグメントをレジスタ AX に持ってくるものです。

```
GET_PARENT_ENV PROC NEAR
    PUSH    ES
    MOV     ES,DS:[0AH+2]；プログラム中断アドレスを取得
    MOV     AX,ES:[2CH] ；親の環境セグメントを取得
```

```
    POP     ES
    RET
GET_PARENT_ENV ENDP
```

非常に簡単なプログラムですが、このプログラムをサブルーチンとしてCALLしたあと、レジスタAXの内容をチェックすれば、親がCOMMAND.COM（それも大元の）であるかどうかを容易にチェックすることができます。

○対処方法

SYMDEBには環境は特に必要ないのですから、自らのPSPにおいて、環境アドレスを強引に0000Hに設定してしまいましょう。

方法は、GET_PARENT_ENVと同様の原理で逆のことを行います。すなわち、SYMDEB起動直後にプロンプトが表示されている状態で、

－D 000A ⏎

（子のPSPにおけるプログラム終了アドレスがダンプされる）

－E XXXX:2C 00 00 ⏎← XXXXはプログラム終了アドレスのセグメント

とすればOKです。

○サンプル

親の環境をチェックし、COMMAND.COMでなければ、その旨のメッセージを表示して終了するプログラム、CHKPAR.COMを図1.5として示します。

■図 1.5　CHKPAR. ASM　ソースリスト

```
;
;************************************************************************
;
;         CHKPAR.ASM
;
;         SYMDEBの機能を無効にするサンプル(3)
;
;         このプログラムは，親がおおもとのCOMMAND.COMであるかどうか
;         チェックします．
;
;         COPYRIGHT(C) 1987 BY SHUWA SYSTEM TRADING CO.,LTD.
;
;         LAST MODIFIED ON FEBRUARY 4TH,1987
;************************************************************************
;
CODE      SEGMENT
          ASSUME    CS:CODE,DS:CODE
;
          ORG       100H
;
CHKPAR    PROC
;
          LEA       DX,MESSAGE          ; 警告を表示
          MOV       AH,9
          INT       21H
;
          MOV       ES,DS:[0CH]
          MOV       AX,ES:[2CH]
          OR        AX,AX
          JZ        NORMAL
;
          LEA       DX,BAD              ; デバッガから起動したことを叱るメッセージ
          MOV       AH,9
          INT       21H
          JMP       EXIT
;
NORMAL:
          LEA       DX,ENDING           ; ぶじに終了したことを告げるメッセージ
          MOV       AH,9
          INT       21H
;
EXIT:
          MOV       AX,4C00H            ; プログラム終了
          INT       21H
;
MESSAGE   DB        13,10
          DB        'デバッガから動かしていないでしょうね?'
          DB        13,10,'$'
;
ENDING    DB        13,10
          DB        'プログラムは正規に実行されました.'
          DB        13,10,'$'
;
BAD       DB        13,10
          DB        'あなたはデバッガから動かしていますね?'
          DB        13,10,'$'
;
CHKPAR    ENDP
;
CODE      ENDS
;
          END       CHKPAR
```

■図 1.5　CHKPAR. COM　ダンプリスト

```
00000000 : 8D 16 2C 01 B4 09 CD 21 8E 06 0C 00 26 A1 2C 00  : 40E
00000010 : 0B C0 74 0B 8D 16 7E 01 B4 09 CD 21 EB 09 90 8D  : 628
00000020 : 16 57 01 B4 09 CD 21 B8 00 4C CD 21 0D 0A 83 66  : 50B
00000030 : 83 6F 83 62 83 4B 82 A9 82 E7 93 AE 82 A9 82 B5  : 8DC
00000040 : 82 C4 82 A2 82 C8 82 A2 82 C5 82 B5 82 E5 82 A4  : 9E3
00000050 : 82 CB 81 48 0D 0A 24 0D 0A 83 76 83 8D 83 4F 83  : 5C6
00000060 : 89 83 80 82 CD 90 B3 8B 4B 82 C9 8E C0 8D 73 82  : 90F
00000070 : B3 82 EA 82 DC 82 B5 82 BD 81 44 0D 0A 24 0D 0A  : 70A
00000080 : 82 A0 82 C8 82 BD 82 CD 83 66 83 6F 83 62 83 4B  : 888
00000090 : 82 A9 82 E7 93 AE 82 A9 82 B5 82 C4 82 A2 82 DC  : 9FF
000000A0 : 82 B7 82 CB 81 48 0D 0A 24                       : 38A
```

■図 1.5　CHKPAR. COM　実行例

```
A>CHKPAR↵  ――――――――――――――――ダイレクトに実行させる

デバッガから動かしていないでしょうね?

プログラムは正規に実行されました.――正常に実行される

A>SYMDEB B:¥CMDS¥CHKPAR.COM↵ ――――デバッガで動作させてみる
Microsoft Symbolic Debug Utility
Version 3.01
(C)Copyright Microsoft Corp 1984, 1985
Processor is [8086]
-U↵ ――――――――――――――――――――――確認
30C1:0100 8D162C01        LEA     DX,[012C]
30C1:0104 B409            MOV     AH,09
30C1:0106 CD21            INT     21
30C1:0108 8E060C00        MOV     ES,[000C]
30C1:010C 26A12C00        MOV     AX,ES:[002C]
30C1:0110 0BC0            OR      AX,AX
30C1:0112 740B            JZ      011F
30C1:0114 8D167E01        LEA     DX,[017E]
-U↵
30C1:0118 B409            MOV     AH,09
30C1:011A CD21            INT     21
30C1:011C EB09            JMP     0127
30C1:011E 90              NOP
30C1:011F 8D165701        LEA     DX,[0157]
30C1:0123 B409            MOV     AH,09
30C1:0125 CD21            INT     21
30C1:0127 B8004C          MOV     AX,4C00
-G=100,127↵ ――――――――――――――――――一気に実行

デバッガから動かしていないでしょうね?

あなたはデバッガから動かしていますね?―――ばれてしまう
AX=0924  BX=0000  CX=00A9  DX=017E  SP=FFFE  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C1  ES=27D8  SS=30C1  CS=30C1  IP=0127   NV UP EI PL NZ NA PE NC
30C1:0127 B8004C          MOV     AX,4C00
-Q↵

A>
```

1.3 実行時間をチェックする

■カレンダ時計を用いる

○考え方

デバッガでプログラムを起動し、それをトレースしたりブレークポイントを置いて実行を追っていると、実際に実行される時間より長めに時間が費やされます。これはトレースの際にレジスタの内容や命令を表示したり、またブレークポイントが置かれることによって実行が小刻みに行われ、実行時間に隙間ができるからです。

これを利用すれば、デバッガによる実行追跡をチェックすることができます。

○実現方法

プログラム中の2箇所のポイントにおいて、まず最初のポイントで日付と時刻を記録し、終りのポイントで日付と時刻から先ほど記録しておいた日付と時刻を引き算します。得られた結果が規定範囲外にあれば、なんらかの実行中断があったと判断できるわけです。

具体的には日付と時刻を取得するサブルーチン、それらを秒などの単位に換算するサブルーチン、引き算するサブルーチンがあれば実現できます。

○対処方法

チェックを行っている箇所を捜し出して潰すしかないでしょう。日時の読み取りをBIOSを用いて行っているとすれば、そこをロギングする方法もあります。

○サンプル

プログラムの実行開始時刻と実行終了時刻を比較し、規定値内に入っていなければ無限ループに陥るプログラムCHKEXE1.COMを、実行例とともに図1.6として示します。トレースを行ったりブレークポイントを置いて実行した場合には、必ず無限ループに陥りますので注意してください。

■図 1.6 CHKEXE1.ASM ソースリスト

```
;
;*********************************************************************
;
;       CHKEXE1.ASM
;
;       SYMDEBの機能を無効にするサンプル（4）
;
;       このプログラムは，実行時間をカレンダ時計によって計測し，
;       実行が正規に行われているかチェックします．
;
;       注意！
;       ○実行が正規に行われていない場合，無限ループに陥ります．
;       ○CPUは80286を使用しないで下さい．
;       ○動作中にクロック周波数を切り替えるのはやめてください．
;       ○インターバルタイマなどを多用している場合，正常に動作しない
;       場合が考えられます（PRINTなど）．
;
;       COPYRIGHT(C) 1987 BY SHUWA SYSTEM TRADING CO.,LTD.
;
;       LAST MODIFIED ON FEBRUARY 4TH,1987
;
;*********************************************************************
;
CODE    SEGMENT
        ASSUME  CS:CODE,DS:CODE
;
        ORG     100H
;
CHKEXE1 PROC
        CALL    GET_RANGE       ; 許容範囲を得る
        MOV     AH,2CH          ; 開始時の時刻を読取る
        INT     21H
        MOV     BEGIN_MIN,CL    ; 時刻をセーブ
        MOV     BEGIN_SEC,DH
;
        LEA     DX,MESSAGE      ; 警告を表示
        MOV     AH,9
        INT     21H
;
        MOV     CX,200          ; ダミーループ
;
DUMMY_LOOP:
        PUSH    CX
        XOR     CX,CX
        LOOP    $
        POP     CX
        LOOP    DUMMY_LOOP
```

```
;
        MOV     AH,2CH              ; 終了時の時刻を読み取る
        INT     21H
        PUSH    DX                  ; 秒を待避
        MOV     AL,CL               ; 分を秒に換算
        XOR     AH,AH
        MOV     DX,60
        MUL     DX
        POP     DX
        XCHG    DL,DH
        ADD     AX,DX               ; 分と秒を加える
        PUSH    AX
;
        MOV     AL,BEGIN_MIN        ; 分を秒に換算
        XOR     AH,AH
        MOV     DX,60
        MUL     DX
        MOV     DL,BEGIN_SEC
        XOR     DH,DH
        ADD     DX,AX               ; 秒を加える
        POP     AX
;
        SUB     AX,DX               ; 所要時間を算出
        CMP     AX,RANGE_TOP        ; 規定値内に入るか見る
        JA      ABNORMAL            ; 大きすぎたらだめ
;
        CMP     AX,RANGE_BOTTOM
        JNB     NORMAL              ; 小さすぎてもだめ
;
ABNORMAL:
        LEA     DX,BAD              ; プログラムを小刻みに実行したことを
        MOV     AH,9                ;                   叱るメッセージ
        INT     21H
        JMP     $                   ; 無限ループ
;
NORMAL:
        LEA     DX,ENDING           ; ぶじに終了したことを告げるメッセージ
        MOV     AH,9
        INT     21H
;
EXIT:
        MOV     AX,4C00H            ; プログラム終了
        INT     21H
;
GET_RANGE       PROC    NEAR        ; 許容範囲を算出
        PUSH    ES
        XOR     AX,AX
        MOV     ES,AX
        MOV     AL,ES:[501H]        ; システム情報を取り出す
        AND     AL,11000000B        ; クロック周波数・CPUを判別する
        CMP     AL,01000000B        ; V30,10MHzか？
        JE      GET_RANGE_EXIT
;
        CMP     AL,11000000B        ; V30,8MHzか？
        JNE     GET_RANGE_1
;
        MOV     RANGE_TOP,39        ; V30,8MHz用の定数をセット
        MOV     RANGE_BOTTOM,36
        JMP     GET_RANGE_EXIT
;
GET_RANGE_1:
        CMP     AL,10000000B        ; 8086,8MHzか？
        JNE     GET_RANGE_2
;
        MOV     RANGE_TOP,39        ; 8086,8MHz用の定数をセット
        MOV     RANGE_BOTTOM,35
        JMP     GET_RANGE_EXIT
```

```
;
GET_RANGE_2:
          MOV       RANGE_TOP,53        ; 8086,5MHz用の定数をセット
          MOV       RANGE_BOTTOM,49
;
GET_RANGE_EXIT:
          POP       ES
          RET
GET_RANGE           ENDP
;
RANGE_TOP           DW        32        ; 実行に要する最大秒（初期値V30/10MHz）
RANGE_BOTTOM        DW        28        ; 実行に要する最小秒（初期値V30/10MHz）
;
BEGIN_MIN           DB        ?         ; チェック開始分を格納
BEGIN_SEC           DB        ?         ; チェック開始秒を格納
;
MESSAGE   DB        13,10
          DB        'プログラムは一気に実行させて下さいね.'
          DB        13,10,'$'
;
ENDING    DB        13,10
          DB        'プログラムは正規に実行されました.'
          DB        13,10,'$'
;
BAD       DB        13,10
          DB        'あなたはプログラムを止めましたね?'
          DB        13,10,'$'
;
CHKEXE1   ENDP
;
CODE      ENDS
;
          END       CHKEXE1
```

■図 1.6　CHKEXE1. COM　ダンプリスト

```
00000000 : E8 6B 00 B4 2C CD 21 88 0E B5 01 88 36 B6 01 8D  : 66F
00000010 : 16 B7 01 B4 09 CD 21 B9 C8 00 51 33 C9 E2 FE 59  : 780
00000020 : E2 F8 B4 2C CD 21 52 8A C1 32 E4 BA 3C 00 F7 E2  : 92A
00000030 : 5A 86 D6 03 C2 50 A0 B5 01 32 E4 BA 3C 00 F7 E2  : 806
00000040 : 8A 16 B6 01 32 F6 03 D0 58 2B C2 3B 06 B1 01 77  : 601
00000050 : 06 3B 06 B3 01 73 0A 8D 16 09 02 B4 09 CD 21 EB  : 4BC
00000060 : FE 8D 16 E2 01 B4 09 CD 21 B8 00 4C CD 21 06 33  : 65A
00000070 : C0 8E C0 26 A0 01 05 24 C0 3C 40 74 32 3C C0 75  : 651
00000080 : 0F C7 06 B1 01 27 00 C7 06 B3 01 24 00 EB 20 90  : 4F5
00000090 : 3C 80 75 0F C7 06 B1 01 27 00 C7 06 B3 01 23 00  : 48A
000000A0 : EB 0D 90 C7 06 B1 01 35 00 C7 06 B3 01 31 00 07  : 4F5
000000B0 : C3 20 00 1C 00 00 00 0D 0A 83 76 83 8D 83 4F 83  : 474
000000C0 : 89 83 80 82 CD 88 EA 8B 43 82 C9 8E C0 8D 73 82  : 936
000000D0 : B3 82 B9 82 C4 89 BA 82 B3 82 A2 82 CB 81 44 0D  : 8EF
000000E0 : 0A 24 0D 0A 83 76 83 8D 83 4F 83 89 83 80 82 CD  : 67E
000000F0 : 90 B3 8B 4B 82 C9 8E C0 8D 73 82 B3 82 EA 82 DC  : 9B1
00000100 : 82 B5 82 BD 81 44 0D 0A 24 0D 0A 82 A0 82 C8 82  : 67B
00000110 : BD 82 CD 83 76 83 8D 83 4F 83 89 83 80 82 F0 8E  : 8F6
00000120 : 7E 82 DF 82 DC 82 B5 82 BD 82 CB 81 48 0D 0A 24  : 804
```

■図 1.6 CHKEXE1. COM 実行例

```
A>CHKEXE1↵  ──────────────────── ダイレクトに実行
プログラムは一気に実行させて下さいね.
プログラムは正規に実行されました. ── 規定時間内に実行できる

A>SYMDEB B:¥CMDS¥CHKEXE1.COM↵ ───── デバッガで動作させてみる
Microsoft Symbolic Debug Utility
Version 3.01
(C)Copyright Microsoft Corp 1984, 1985
Processor is [8086]
-U↵
30C5:0100 E86B00        CALL    016E
30C5:0103 B42C          MOV     AH,2C
30C5:0105 CD21          INT     21
30C5:0107 880EB501      MOV     [01B5],CL
30C5:010B 8836B601      MOV     [01B6],DH
30C5:010F 8D16B701      LEA     DX,[01B7]
30C5:0113 B409          MOV     AH,09
30C5:0115 CD21          INT     21
-U↵
30C5:0117 B9C800        MOV     CX,00C8
30C5:011A 51            PUSH    CX
30C5:011B 33C9          XOR     CX,CX
30C5:011D E2FE          LOOP    011D
30C5:011F 59            POP     CX
30C5:0120 E2F8          LOOP    011A
30C5:0122 B42C          MOV     AH,2C
30C5:0124 CD21          INT     21
-T100↵ ──────────────────────────── トレースしながら実行
AX=0000  BX=0000  CX=0130  DX=0000  SP=FFFC  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C5  ES=30C5  SS=30C5  CS=30C5  IP=016E   NV UP EI PL NZ NA PO NC
30C5:016E 06            PUSH    ES
AX=0000  BX=0000  CX=0130  DX=0000  SP=FFFA  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C5  ES=30C5  SS=30C5  CS=30C5  IP=016F   NV UP EI PL NZ NA PO NC
30C5:016F 33C0          XOR     AX,AX
AX=0000  BX=0000  CX=0130  DX=0000  SP=FFFA  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C5  ES=30C5  SS=30C5  CS=30C5  IP=0171   NV UP EI PL ZR NA PE NC
30C5:0171 8EC0          MOV     ES,AX
AX=0064  BX=0000  CX=0130  DX=0000  SP=FFFA  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C5  ES=0000  SS=30C5  CS=30C5  IP=0177   NV UP EI PL ZR NA PE NC
30C5:0177 24C0          AND     AL,C0
AX=0040  BX=0000  CX=0130  DX=0000  SP=FFFA  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C5  ES=0000  SS=30C5  CS=30C5  IP=0179   NV UP EI PL NZ NA PO NC
30C5:0179 3C40          CMP     AL,40                             @
AX=0040  BX=0000  CX=0130  DX=0000  SP=FFFA  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C5  ES=0000  SS=30C5  CS=30C5  IP=017B   NV UP EI PL ZR NA PE NC
30C5:017B 7432          JZ      01AF
AX=0040  BX=0000  CX=0130  DX=0000  SP=FFFA  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C5  ES=0000  SS=30C5  CS=30C5  IP=01AF   NV UP EI PL ZR NA PE NC
30C5:01AF 07            POP     ES
AX=0040  BX=0000  CX=0130  DX=0000  SP=FFFE  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C5  ES=30C5  SS=30C5  CS=30C5  IP=0103   NV UP EI PL ZR NA PE NC
30C5:0103 B42C          MOV     AH,2C
AX=2C40  BX=0000  CX=0130  DX=0000  SP=FFFE  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C5  ES=30C5  SS=30C5  CS=30C5  IP=0105   NV UP EI PL ZR NA PE NC
30C5:0105 CD21          INT     21  ;Get Time
AX=2C00  BX=0000  CX=0D05  DX=0500  SP=FFFE  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C5  ES=30C5  SS=30C5  CS=30C5  IP=0107   NV UP EI PL ZR NA PE NC
30C5:0107 880EB501      MOV     [01B5],CL                  DS:01B5=00
AX=2C00  BX=0000  CX=0D05  DX=0500  SP=FFFE  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C5  ES=30C5  SS=30C5  CS=30C5  IP=010B   NV UP EI PL ZR NA PE NC
30C5:010B 8836B601      MOV     [01B6],DH                  DS:01B6=00
AX=2C00  BX=0000  CX=0D05  DX=0500  SP=FFFE  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C5  ES=30C5  SS=30C5  CS=30C5  IP=010F   NV UP EI PL ZR NA PE NC
30C5:010F 8D16B701      LEA     DX,[01B7]                  DS:01B7=0A0
```

```
D
AX=2C00  BX=0000  CX=0D05  DX=01B7  SP=FFFE  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C5  ES=30C5  SS=30C5  CS=30C5  IP=0113   NV UP EI PL ZR NA PE NC
30C5:0113 B409             MOV     AH,09
AX=0900  BX=0000  CX=0D05  DX=01B7  SP=FFFE  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C5  ES=30C5  SS=30C5  CS=30C5  IP=0115   NV UP EI PL ZR NA PE NC
30C5:0115 CD21             INT     21  ;Display String

プログラムは一気に実行させて下さいね.
AX=0924  BX=0000  CX=0D05  DX=01B7  SP=FFFE  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C5  ES=30C5  SS=30C5  CS=30C5  IP=0117   NV UP EI PL ZR NA PE NC
30C5:0117 B9C800           MOV     CX,00C8
AX=0924  BX=0000  CX=00C8  DX=01B7  SP=FFFE  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C5  ES=30C5  SS=30C5  CS=30C5  IP=011A   NV UP EI PL ZR NA PE NC
30C5:011A 51               PUSH    CX
AX=0924  BX=0000  CX=00C8  DX=01B7  SP=FFFC  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C5  ES=30C5  SS=30C5  CS=30C5  IP=011B   NV UP EI PL ZR NA PE NC
30C5:011B 33C9             XOR     CX,CX
AX=0924  BX=0000  CX=0000  DX=01B7  SP=FFFC  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C5  ES=30C5  SS=30C5  CS=30C5  IP=011D   NV UP EI PL ZR NA PE NC
30C5:011D E2FE             LOOP    011D
^C↵ ―――――――――――――――――――――――ループを切る

-U↵
30C5:011F 59               POP     CX
30C5:0120 E2F8             LOOP    011A
30C5:0122 B42C             MOV     AH,2C
30C5:0124 CD21             INT     21
30C5:0126 52               PUSH    DX
30C5:0127 8AC1             MOV     AL,CL
30C5:0129 32E4             XOR     AH,AH
30C5:012B BA3C00           MOV     DX,003C
-G122↵ ――――――――――――――――――――終わりまで一気に実行
AX=0924  BX=0000  CX=0000  DX=01B7  SP=FFFE  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C5  ES=30C5  SS=30C5  CS=30C5  IP=0122   NV UP EI PL ZR NA PE NC
30C5:0122 B42C             MOV     AH,2C
-G↵

あなたはプログラムを止めましたね?――時間がかかりすぎた
```

■インターバルタイマを用いる

○考え方

日付と時刻を読み取って時間差を求めるという静的な方法に対して、こちらは動的に時間を計測するものです。カレンダ時計を用いる場合と同様に、実際に、実行される時間が長いため、指定時間内にはプログラムが実行できないことを利用します。

○実現方法

周期的に入る割り込み(インターバルタイマ割り込み)を検出し、プログラム中の2箇所以上のポイントで、実行中に何回割り込みが

入ったかをカウントします。回数が規定範囲外にあれば実行中断とみなせます。

具体的には、プログラムの先頭でタイマを初期化しておき、割り込みの入るたびにカウンタを増加します。次に、チェックポイントで割り込みを停止させカウンタの内容を参照します。以上の手順を書き表せば、次のようになるでしょう。

```
            ………

UPPER       EQU     100
LOWER       EQU     200

            ………

TIME_COUNT          DW      0       ; タイムカウンタ

            ………

            MOV     TIME_COUNT,0 ; カウンタのクリア
            CALL    INIT_TIMER   ; タイマの初期化

            ………                  ; チェックアウト前に行うべき処理

            CALL    ABORT_TIMER  ; タイマの停止
            CMP     COUNT,LOWER  ; 少ないか？
            JB      ABORT
            CMP     COUNT,UPPER  ; 多いか？
            JA      ABORT

            ………                  ; 引続き正常な処理を行う

ABORT:      JMP     BORT         ; 無限ループに陥る

            ………
```

プログラムの流れを特に説明する必要はないでしょうが、いちおう説明しておきますと、まず設けられている変数 TIME-COUNT は、インターバルタイマが入るたびに増加し、時間経過をダイナミックに計測します。処理が終ればタイマは停止され TIME-COUNT が参照されます。このとき、TIME-COUNT が UPPER と LOWER の範囲になければ、無限ループに陥ります。

○対処方法

カレンダ時計を用いている場合と同様、チェックを行っている箇所を捜し出し潰すしかないでしょう。インターバルタイマの動作を停止させてしまうという方法もあります。

○サンプル

インターバルタイマによって時間を計測し、規定時間に入っているかどうかを調べ、入っていなければ無限ループに陥るプログラム CHKEXE2.COM を、実行例と共に図 1.7 として示します。

トレースを行ったリブレークポイントを置いて実行した場合には、間違いなく無限ループに陥りますので注意してください。

■図 1.7　CHKEXE2. ASM　ソースリスト

```
;
;************************************************************************
;
;	CHKEXE2.ASM
;
;	SYMDEBの機能を無効にするサンプル（5）
;
;	このプログラムは，実行時間をインターバルタイマによって計測し，
;	実行が正規に行われているかチェックします．
;	注意！
;	〇実行が正規に行われていない場合，無限ループに陥ります．
;	〇CPUは80286を使用しないで下さい．
;	〇動作中にクロック周波数を切り替えるようなことはしないで
;	下さい．
;	〇インターバルタイマなどを多用した場合には，正常に動作しない
;	ことがあります．
;
;	COPYRIGHT(C) 1987 BY SHUWA SYSTEM TRADING CO.,LTD.
```

```
;
;  LAST MODIFIED ON FEBRUARY 5TH,1987
;
;********************************************************************
;
VECTORS SEGMENT AT 0
;
        ORG     7*4
;
VECTOR7 DD      ?                         ; タイムアウト時に呼ばれるエントリ
VECTOR8 DD      ?                         ; ハードウェアによって発生するタイマ割り込み
;
VECTORS ENDS
;
CODE    SEGMENT
        ASSUME  CS:CODE,DS:CODE,ES:CODE,SS:CODE
;
        ORG     100H
;
CHKEXE2 PROC
;
        JMP     MAIN
;
VECTOR_SAVE7    DD      ?         ; 本来のINT 07Hベクタ
VECTOR_SAVE8    DD      ?         ; 本来のINT 08Hベクタ
TIME_COUNT      DW      ?         ; 秒カウンタ
;
RANGE_TOP       DW      32*100    ; 実行に要する最大秒（10ms,初期値V30/10MHz）
RANGE_BOTTOM    DW      28*100    ; 実行に要する最小秒（10ms,初期値V30/10MHz）
;
MAIN:
        CALL    GET_RANGE                 ; 許容範囲を得る
        MOV     TIME_COUNT,0              ; 秒カウンタを初期化する
        CALL    INIT_TIMER                ; インターバルタイマを初期化する
;
        LEA     DX,MESSAGE                ; 警告を表示
        MOV     AH,9
        INT     21H
;
        MOV     CX,200                    ; ダミーループ
;
DUMMY_LOOP:
        PUSH    CX
        XOR     CX,CX
        LOOP    $
        POP     CX
        LOOP    DUMMY_LOOP
;
        CALL    ABORT_TIMER               ; インターバルタイマの停止
        MOV     AX,TIME_COUNT             ; 所要時間を取り出す
        CMP     AX,RANGE_TOP              ; 規定値内に入るか見る
        JA      ABNORMAL                  ; 大きすぎたらだめ
;
        CMP     AX,RANGE_BOTTOM
        JNB     NORMAL                    ; 小さすぎてもだめ
;
ABNORMAL:
        LEA     DX,BAD                    ; プログラムを小刻みに実行したことを
        MOV     AH,9                      ;         叱るメッセージ
        INT     21H
        JMP     $                         ; 無限ループ
;
NORMAL:
        LEA     DX,ENDING                 ; ぶじに終了したことを告げるメッセージ
        MOV     AH,9
        INT     21H
```

```
;
EXIT:
        MOV     AX,4C00H        ; プログラム終了
        INT     21H
;
INIT_TIMER      PROC    NEAR    ; インターバルタイマの初期化
        ASSUME  DS:VECTORS,ES:NOTHING
        STI
        PUSH    DS
        PUSH    ES
        XOR     AX,AX
        MOV     DS,AX
        LES     AX,VECTOR8      ; 本来のINT 08Hに対する割り込みベクタを取り出
す
        MOV     WORD PTR VECTOR_SAVE8,AX        ; オフセットをセーブ
        MOV     WORD PTR VECTOR_SAVE8+2,ES      ; セグメントをセーブ
;
        LES     AX,VECTOR7      ; 本来のINT 07Hに対する割り込みベクタを取り出
す
        MOV     WORD PTR VECTOR_SAVE7,AX        ; オフセットをセーブ
        MOV     WORD PTR VECTOR_SAVE7+2,ES      ; セグメントをセーブ
;
        MOV     WORD PTR VECTOR8,OFFSET COUNT_UP        ; ベクタを設定する
        MOV     WORD PTR VECTOR8+2,CS
;
        POP     ES
        MOV     AH,2            ; インターバルタイマの起動
        MOV     CX,0            ; ダミー（時間を最大に設定）
        LEA     BX,NULL         ; ダミー
        INT     1CH
        POP     DS
        RET
INIT_TIMER      ENDP
;
ABORT_TIMER     PROC    NEAR    ; インターバルタイマの停止
        ASSUME  DS:VECTORS,ES:NOTHING
        STI
        PUSH    DS
        PUSH    ES
        IN      AL,02H          ; タイマ割り込みを禁止
        OR      AL,1
        OUT     02H,AL
        XOR     AX,AX
        MOV     DS,AX
        LES     AX,VECTOR_SAVE7 ; 本来のベクタに値を戻す
        MOV     WORD PTR VECTOR7,AX
        MOV     WORD PTR VECTOR7+2,ES
        LES     AX,VECTOR_SAVE8 ; 本来のベクタに値を戻す
        MOV     WORD PTR VECTOR8,AX
        MOV     WORD PTR VECTOR8+2,ES
        POP     ES
        POP     DS
        RET
ABORT_TIMER     ENDP
;
COUNT_UP        PROC            ; 1秒ごとに呼ばれるルーチン
        ASSUME  DS:NOTHING,ES:NOTHING,SS:NOTHING
        STI
        PUSH    AX
        INC     TIME_COUNT      ; 秒カウンタをアップさせる
        MOV     AL,20H
        OUT     00H,AL          ; EOI処理
        POP     AX
        IRET
COUNT_UP        ENDP
;
NULL    PROC                    ; タイムアウト時に呼ばれる(INT 07H)が無視
```

```
        IRET                            ; ダミー処理
NULL    ENDP
;
GET_RANGE       PROC    NEAR    ; 許容範囲を算出
        PUSH    ES
        XOR     AX,AX
        MOV     ES,AX
        MOV     AL,ES:[501H]    ; システム情報を取り出す
        AND     AL,11000000B    ; クロック周波数・CPUを判別する
        CMP     AL,01000000B    ; V30,10MHzか？
        JE      GET_RANGE_EXIT
;
        CMP     AL,11000000B    ; V30,8MHzか？
        JNE     GET_RANGE_1
;
        MOV     RANGE_TOP,39*100        ; V30,8MHz用の定数をセット
        MOV     RANGE_BOTTOM,36*100
        JMP     GET_RANGE_EXIT
;
GET_RANGE_1:
        CMP     AL,10000000B    ; 8086,8MHzか？
        JNE     GET_RANGE_2
;
        MOV     RANGE_TOP,39*100        ; 8086,8MHz用の定数をセット
        MOV     RANGE_BOTTOM,35*100
        JMP     GET_RANGE_EXIT
;
GET_RANGE_2:
        MOV     RANGE_TOP,53*100        ; 8086,5MHz用の定数をセット
        MOV     RANGE_BOTTOM,49*100
;
GET_RANGE_EXIT:
        POP     ES
        RET
GET_RANGE       ENDP
;
MESSAGE DB      13,10
        DB      'プログラムは一気に実行させて下さいね.'
        DB      13,10,'$'
;
ENDING  DB      13,10
        DB      'プログラムは正規に実行されました.'
        DB      13,10,'$'
;
BAD     DB      13,10
        DB      'あなたはプログラムを止めましたね?'
        DB      13,10,'$'
;
CHKEXE2 ENDP
;
CODE    ENDS
;
        END     CHKEXE2
```

■図 1.7 CHKEXE2. COM ダンプリスト

```
00000000 : EB 0F 90 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 80 0C F0  : 306
00000010 : 0A E8 B4 00 C7 06 0B 01 00 00 E8 3C 00 8D 16 11  : 457
00000020 : 02 B4 09 CD 21 B9 C8 00 51 33 C9 E2 FE 59 E2 F8  : 88E
00000030 : E8 5F 00 A1 0B 01 3B 06 0D 01 77 06 3B 06 0F 01  : 311
00000040 : 73 0A 8D 16 63 02 B4 09 CD 21 EB FE 8D 16 3C 02  : 5FA
00000050 : B4 09 CD 21 B8 00 4C CD 21 FB 1E 06 33 C0 8E D8  : 715
00000060 : C4 06 20 00 36 A3 07 01 36 8C 06 09 01 C4 06 1C  : 383
00000070 : 00 36 A3 03 01 36 8C 06 05 01 C7 06 20 00 BA 01  : 353
00000080 : 8C 0E 22 00 07 B4 02 B9 00 00 8D 1E C7 01 CD 1C  : 48E
00000090 : 1F C3 FB 1E 06 E4 02 0C 01 E6 02 33 C0 8E D8 36  : 66B
000000A0 : C4 06 03 01 A3 1C 00 8C 06 1E 00 36 C4 06 07 01  : 345
000000B0 : A3 20 00 8C 06 22 00 07 1F C3 FB 50 2E FF 06 0B  : 4E9
000000C0 : 01 B0 20 E6 00 58 CF CF 06 33 C0 8E C0 26 A0 01  : 6BB
000000D0 : 05 24 C0 3C 40 74 38 3C C0 75 11 2E C7 06 0D 01  : 49C
000000E0 : 3C 0F 2E C7 06 0F 01 10 0E EB 24 90 3C 80 75 11  : 455
000000F0 : 2E C7 06 0D 01 3C 0F 2E C7 06 0F 01 AC 0D EB 0F  : 412
00000100 : 90 2E C7 06 0D 01 B4 14 2E C7 06 0F 01 24 13 07  : 3AA
00000110 : C3 0D 0A 83 76 83 8D 83 4F 83 89 83 80 82 CD 88  : 79B
00000120 : EA 8B 43 82 C9 8E C0 8D 73 82 B3 82 B9 82 C4 89  : 990
00000130 : BA 82 B3 82 A2 82 CB 81 44 0D 0A 24 0D 0A 83 76  : 670
00000140 : 83 8D 83 4F 83 89 83 80 82 CD 90 B3 8B 4B 82 C9  : 8A4
00000150 : 8E C0 8D 73 82 B3 82 EA 82 DC 82 B5 82 BD 81 44  : 988
00000160 : 0D 0A 24 0D 0A 82 A0 82 C8 82 BD 82 CD 83 76 83  : 6C8
00000170 : 8D 83 4F 83 89 83 80 82 F0 8E 7E 82 DF 82 DC 82  : 92D
00000180 : B5 82 BD 82 CB 81 48 0D 0A 24                    : 445
```

■図 1.7 CHKEXE2. COM 実行例

```
A>CHKEXE2↵                              ―――ダイレクトに実行する

プログラムは一気に実行させて下さいね.

プログラムは正規に実行されました.――正常に終了する

A>SYMDEB B:¥CMDS¥CHKEXE2.COM↵          ―――デバッガで動作させる
Microsoft Symbolic Debug Utility
Version 3.01
(C)Copyright Microsoft Corp 1984, 1985
Processor is [8086]
-U↵
30C5:0100 EB0F            JMP     0111
30C5:0102 90              NOP
30C5:0103 0000            ADD     [BX+SI],AL
30C5:0105 0000            ADD     [BX+SI],AL
30C5:0107 0000            ADD     [BX+SI],AL
30C5:0109 0000            ADD     [BX+SI],AL
30C5:010B 0000            ADD     [BX+SI],AL
30C5:010D 800CF0          OR      Byte Ptr [SI],F0
-U↵
30C5:0110 0AE8            OR      CH,AL
30C5:0112 B500            MOV     CH,00
30C5:0114 C7060B010000    MOV     Word Ptr [010B],0000
30C5:011A E83D00          CALL    015A
30C5:011D 8D161202        LEA     DX,[0212]
30C5:0121 B409            MOV     AH,09
30C5:0123 CD21            INT     21
30C5:0125 B9C800          MOV     CX,00C8
-G125↵                                  ―――ループの手前まで実行させる

プログラムは一気に実行させて下さいね.
AX=0924  BX=01C8  CX=0000  DX=0212  SP=FFFE  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C5  ES=30C5  SS=30C5  CS=30C5  IP=0125   NV UP EI PL ZR NA PE NC
```

```
30C5:0125 B9C800        MOV     CX,00C8
-U↵
30C5:0128 51            PUSH    CX
30C5:0129 33C9          XOR     CX,CX
30C5:012B E2FE          LOOP    012B
30C5:012D 59            POP     CX
30C5:012E E2F8          LOOP    0128
30C5:0130 E86000        CALL    0193
30C5:0133 A10B01        MOV     AX,[010B]
30C5:0136 3B060D01      CMP     AX,[010D]
-G130↵                       ――ループを終了させる
AX=0924  BX=01C8  CX=0000  DX=0212  SP=FFFE  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30C5  ES=30C5  SS=30C5  CS=30C5  IP=0130   NV UP EI PL ZR NA PE NC
30C5:0130 E86000        CALL    0193
-G↵                          ――一気に実行
あなたはプログラムを止めましたね？――時間がかかりすぎた
```

■タイムアウト割り込みを用いる

○考え方

インターバルタイマを利用するのですが、実際に時刻のカウントはせず、規定時間までに処理が終了できるかどうかを判別します。

○実行方法

インターバルタイマの機能には一定時間ごとの割り込み発生と、一定時間経過後の割り込み発生があります。ここでは、この一定時間経過後の割り込みを利用します。まず、何秒後にタイムアウトにするかを設定します。またプログラム中では、タイムアウトになるまでに、行うべき処理をすべて行ったかどうかを表すフラグを初期化し、行ったならばその時点でフラグをセットします。タイムアウト処理ルーチンではそのフラグを参照し、処理が未完であれば無限ループに陥ります。以上の手順を書き表せば、次のようになります。

```
        ………

COMPLETE_FLAG     DB      0         ；処理終了フラグ
```

```
        ………
        CALL    NIT_TIMER           ;タイマの初期化
        ………                       ;タイムアウト前に行うべき処理
        MOV     COMPLETE_FLAG,-1    ;処理終了フラグの
                                     セット
        ………
TIMEOUT PROC    FAR  ;タイムアウト時の処理を行う関数

        PUSH    AX
        MOV     AX,COMPLETE_FLAG
        CMP     AX,-1
        JNE     $               ;処理未終了ならば無限ループ
        POP     AX
        IRET
TIMEOUT ENDP
        ………
```

ここで、流れを特に説明する必要はないでしょうが、一応説明しておきますと、まず設けられている変数COMPLETE_FLAGは、タイムアウト前に済ませておくべき処理を実行終了したらセットされるものです。また、プロシージャの内容が書かれていませんが、INIT_TIMERはタイマを初期化するプロシージャです。プロシージャTIME_OUTでは、セットされているはずの変数COMPLETE_FLAGを参照し、セットされていなければ、処理が未終了として無限ループに陥ります。処理が終了していればそのまま戻ります。

○対処方法

基本的には先の3例と同様です。チェックを行っている箇所を捜し出して潰します。

○サンプル

インターバルタイマによって、処理がきちんと終了しているかどうかを調べて、そうでなければ無限ループに陥るプログラムCHKEXE3.COMと、その実行例を図1.8として示します。トレースを行ったりブレークポイントを置いて実行した場合には、間違いなく無限ループに陥りますので注意してください。

■図 1.8　CHKEXE3. ASM　ソースリスト

```
;
;*******************************************************************
;
;        CHKEXE3.ASM
;
;        SYMDEBの機能を無効にするサンプル（6）
;
;        このプログラムは，実行時間に制限を設け，タイムアウト割り込みに
;        によって実行が正規に行われているかチェックします．
;        注意！
;        ○実行が正規に行われていない場合，無限ループに陥ります．
;        ○CPUには80286を使用しないで下さい．
;        ○動作中にクロック周波数を切り替えないで下さい．
;
;        COPYRIGHT(C) 1987 BY SHUWA SYSTEM TRADING CO.,LTD.
;
;        LAST MODIFIED ON FEBRUARY 6TH,1987
;
;*******************************************************************
CODE     SEGMENT
         ASSUME   CS:CODE,DS:CODE,ES:CODE,SS:CODE
;
         ORG      100H
;
CHKEXE3 PROC
;
         JMP      MAIN
;
EXEC_TIME          DW       32*100   ; 実行に要する時間
COMPLETE_FLAG      DW       ?        ; 処理終了フラグ
CHECKED_FLAG       DW       ?        ; チェック終了フラグ
;
MAIN:
         MOV      COMPLETE_FLAG,0    ; 処理終了フラグを初期化する
         MOV      CHECKED_FLAG,0     ; チェック終了フラグを初期化する
         CALL     GET_NEEDED         ; 実行に要する時間を得る
         CALL     INIT_TIMER         ; インターバルタイマを初期化する
```

```
;
        LEA     DX,MESSAGE          ; 警告を表示
        MOV     AH,9
        INT     21H
;
        MOV     CX,200              ; ダミーループ
;
DUMMY_LOOP:
        PUSH    CX
        XOR     CX,CX
        LOOP    $
        POP     CX
        LOOP    DUMMY_LOOP
;
        MOV     COMPLETE_FLAG,-1          ; 処理終了フラグのセット
        LEA     DX,ENDING           ; ぶじに終了したことを告げるメッセージ
        MOV     AH,9
        INT     21H
;
WAIT_LOOP:
        MOV     AX,CHECKED_FLAG ; チェックは済んでいるかチェック
        CMP     AX,-1
        JNE     WAIT_LOOP
;
        MOV     AX,4C00H            ; プログラム終了
        INT     21H
;
INIT_TIMER      PROC    NEAR        ; インターバルタイマの初期化
        MOV     AH,2                ; インターバルタイマの起動
        MOV     CX,EXEC_TIME        ; タイムアウトまでの時間
        LEA     BX,TIMEOUT          ; タイムアウト時に呼ばれるルーチン
        INT     1CH
        RET
INIT_TIMER      ENDP
;
TIMEOUT PROC                ; タイムアウト時に呼ばれて実行終了をチェック
        PUSH    AX
        MOV     AX,CS:COMPLETE_FLAG       ; 処理終了フラグを参照
        CMP     AX,-1
        JE      TIMEOUT_EXIT
;
TIMEOUT_LOOP:
        MOV     AH,17H              ; ブザーを小刻みにならす
        INT     18H
        XOR     CX,CX
        LOOP    $
        MOV     AH,18H
        INT     18H
        XOR     CX,CX
        LOOP    $
        JMP     TIMEOUT_LOOP
;
TIMEOUT_EXIT:
        MOV     CS:CHECKED_FLAG,AX        ; チェック済フラグをセット
        POP     AX
        IRET
TIMEOUT ENDP
;
GET_NEEDED      PROC    NEAR        ; 実行所要時間を算出
        PUSH    ES
        XOR     AX,AX
        MOV     ES,AX
        MOV     AL,ES:[501H]        ; システム情報を取り出す
        AND     AL,11000000B        ; クロック周波数・CPUを判別する
        CMP     AL,01000000B        ; V30,10MHzか？
        JE      GET_NEEDED_EXIT
```

```
;
        CMP     AL,11000000B    ; V30,8MHzか？
        JNE     GET_NEEDED_1
;
        MOV     EXEC_TIME,39*100        ; V30,8MHz用の定数をセット
        JMP     GET_NEEDED_EXIT
;
GET_NEEDED_1:
        CMP     AL,10000000B    ; 8086,8MHzか？
        JNE     GET_NEEDED_2
;
        MOV     EXEC_TIME,39*100        ; 8086,8MHz用の定数をセット
        JMP     GET_NEEDED_EXIT
;
GET_NEEDED_2:
        MOV     EXEC_TIME,53*100        ; 8086,5MHz用の定数をセット
;
GET_NEEDED_EXIT:
        POP     ES
        RET
GET_NEEDED      ENDP
;
MESSAGE DB      13,10
        DB      'プログラムは一気に実行させて下さいね．'
        DB      13,10,'$'
;
ENDING  DB      13,10
        DB      'プログラムは正規に実行されました．'
        DB      13,10,'$'
;
CHKEXE3 ENDP
;
CODE    ENDS
;
        END     CHKEXE3
```

■図 1.8 CHKEXE3. COM ダンプリスト

```
00000000 : EB 07 90 80 0C 00 00 00 00 C7 06 05 01 00 00 C7  : 3A8
00000010 : 06 07 01 00 00 E8 60 00 E8 2E 00 8D 16 A9 01 B4  : 46D
00000020 : 09 CD 21 B9 C8 00 51 33 C9 E2 FE 59 E2 F8 C7 06  : 8A5
00000030 : 05 01 FF FF 8D 16 D4 01 B4 09 CD 21 A1 07 01 3D  : 60D
00000040 : FF FF 75 F8 B8 00 4C CD 21 B4 02 8B 0E 03 01 8D  : 73D
00000050 : 1E 56 01 CD 1C C3 50 2E A1 05 01 3D FF FF 74 12  : 607
00000060 : B4 17 CD 18 33 C9 E2 FE B4 18 CD 18 33 C9 E2 FE  : 919
00000070 : EB EE 2E A3 07 01 58 CF 06 33 C0 8E C0 26 A0 01  : 6E7
00000080 : 05 24 C0 3C 40 74 20 3C C0 75 09 C7 06 03 01 3C  : 480
00000090 : 0F EB 14 90 3C 80 75 09 C7 06 03 01 3C 0F EB 07  : 4E6
000000A0 : 90 C7 06 03 01 B4 14 07 C3 0D 0A 83 76 83 8D 83  : 596
000000B0 : 4F 83 89 83 80 82 CD 88 EA 8B 43 82 C9 8E C0 8D  : 913
000000C0 : 73 82 B3 82 B9 82 C4 89 BA 82 B3 82 A2 82 CB 81  : 993
000000D0 : 44 0D 0A 24 0D 0A 83 76 83 8D 83 4F 83 89 83 80  : 580
000000E0 : 82 CD 90 B3 8B 4B 82 C9 8E C0 8D 73 82 B3 82 EA  : 9A2
000000F0 : 82 DC 82 B5 82 BD 81 44 0D 0A 24                 : 4D4
```

■図 1.8　CHKEXE3. COM　実行例

```
A>CHKEXE3⏎  ―――――――――――――――――ダイレクトに実行

プログラムは一気に実行させて下さいね.

プログラムは正規に実行されました.――正常に終了する

A>SYMDEB B:¥CMDS¥CHKEXE3.COM⏎ ―――デバッガで動作させる
Microsoft Symbolic Debug Utility
Version 3.01
(C)Copyright Microsoft Corp 1984, 1985
Processor is [8086]
-U⏎
2F79:0100 EB07           JMP    0109
2F79:0102 90             NOP
2F79:0103 800C00         OR     Byte Ptr [SI],00
2F79:0106 0000           ADD    [BX+SI],AL
2F79:0108 00C7           ADD    BH,AL
2F79:010A 06             PUSH   ES
2F79:010B 050100         ADD    AX,0001
2F79:010E 00C7           ADD    BH,AL
-U109⏎
2F79:0109 C70605010000   MOV    Word Ptr [0105],0000
2F79:010F C70607010000   MOV    Word Ptr [0107],0000
2F79:0115 E86000         CALL   0178
2F79:0118 E82E00         CALL   0149
2F79:011B 8D16A901       LEA    DX,[01A9]
2F79:011F B409           MOV    AH,09
2F79:0121 CD21           INT    21
2F79:0123 B9C800         MOV    CX,00C8
-G123⏎ ―――――――――――――――――――――ループの手前まで実行．この時点でタイマは動いている

プログラムは一気に実行させて下さいね.
AX=0924  BX=0156  CX=0C80  DX=01A9  SP=FFFE  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=2F79  ES=2F79  SS=2F79  CS=2F79  IP=0123   NV UP EI PL ZR NA PE NC
2F79:0123 B9C800         MOV    CX,00C8
-U⏎
2F79:0126 51             PUSH   CX
2F79:0127 33C9           XOR    CX,CX
2F79:0129 E2FE           LOOP   0129
2F79:012B 59             POP    CX
2F79:012C E2F8           LOOP   0126
2F79:012E C7060501FFFF   MOV    Word Ptr [0105],FFFF
2F79:0134 8D16D401       LEA    DX,[01D4]
2F79:0138 B409           MOV    AH,09
-T100⏎ ―――――――――――――――――――――トレースしてみる
AX=0924  BX=0156  CX=00C8  DX=01A9  SP=FFFE  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=2F79  ES=2F79  SS=2F79  CS=2F79  IP=0126   NV UP EI PL ZR NA PE NC
2F79:0126 51             PUSH   CX
AX=0924  BX=0156  CX=00C8  DX=01A9  SP=FFFC  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=2F79  ES=2F79  SS=2F79  CS=2F79  IP=0127   NV UP EI PL ZR NA PE NC
2F79:0127 33C9           XOR    CX,CX
AX=0924  BX=0156  CX=0000  DX=01A9  SP=FFFC  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=2F79  ES=2F79  SS=2F79  CS=2F79  IP=0129   NV UP EI PL ZR NA PE NC
2F79:0129 E2FE           LOOP   0129
^C⏎ ―――――――――――――――――――――――ループを切る

-U⏎
2F79:012B 59             POP    CX
2F79:012C E2F8           LOOP   0126
2F79:012E C7060501FFFF   MOV    Word Ptr [0105],FFFF
2F79:0134 8D16D401       LEA    DX,[01D4]
2F79:0138 B409           MOV    AH,09
2F79:013A CD21           INT    21
2F79:013C A10701         MOV    AX,[0107]
2F79:013F 3DFFFF         CMP    AX,FFFF
-G⏎ ――――――――――――――――――――――――一気に実行
    ――――――――――――――――――――――――このあたりでブザーが鳴ってしまう
```

1.4 常駐型ツールに対抗する

○考え方

SYMDEBはMS－DOSに準拠したツールであり、あまりにも簡単に封じられてしまうため、最近では、強力な解析機能を備えたツールが登場しています。その中には、MS－DOSとは関係のないメモリ空間に位置し、MS－DOSの管理を受けずに動作するものもあります。これらを封じるためのテクニックの一つを、ここで紹介します。

○実現方法

実現は簡単であまり完璧とはいえませんが、自分の存在する領域以降や、VRAMなどMS－DOSで直接使用しない領域をすべて破壊してしまう方法が考えられます。ここで重要なのは、システムの設定したメモリサイズなど信用せずに、すべて自分で調査して破壊に移ることです。

○サンプル

メモリの実装されている領域すべて（すでにシステムの存在している領域を除く）を破壊するプログラムCLRMEM.COMを、図1.9として示します。VRAM等も破壊しますので表示は乱れて、グラフィックVRAMにRAMディスクを構築していた場合には、内容が破壊されてしまいますので注意してください。

■図 1.9 CLRMEM. ASM ソースリスト

```
;************************************************************************
;
;       CLRMEM.ASM
;
;       システム領域以外のメモリをすべて破壊するサンプル
;
;       このプログラムは，MS-DOSや自らで使用されていない領域を，
;       VRAMを含めてすべて破壊するものです．よって，画面は乱れ，
;       RAMディスク等をGVRAM上に構築している場合には，すべて破壊され
;       ますので注意して下さい．
;
;       COPYRIGHT(C) 1987 BY SHUWA SYSTEM TRADING CO.,LTD.
;
;       LAST MODIFIED ON FEBRUARY 5TH,1987
;
;************************************************************************
;
CODE    SEGMENT
        ASSUME  CS:CODE,DS:CODE,ES:CODE,SS:CODE
;
        ORG     100H
;
CLRMEM  PROC
;
        LEA     SP,STACK        ; ローカルスタックの設定
        LEA     DX,MESSAGE      ; 警告を表示
        MOV     AH,9
        INT     21H
;
        MOV     AX,CS           ; 自らの終端を絶対アドレスへ変換
        XOR     DX,DX
        SAL     AX,1            ; 32ビットの左シフト
        RCL     DX,1
        SAL     AX,1
        RCL     DX,1
        SAL     AX,1
        RCL     DX,1
        SAL     AX,1
        RCL     DX,1
        ADD     AX,OFFSET STACK ; オフセットを加える
        ADC     DX,0            ; 上位へ繰り上げる
;
        PUSH    AX              ; オフセット部を待避
        MOV     AX,DX           ; セグメント部の切り出し
        XCHG    AL,AH
        MOV     CL,4
        SHL     AX,CL
        MOV     ES,AX           ; ES=未使用領域セグメント
        MOV     DS,AX
        POP     DI              ; DI=未使用領域オフセット
;
        XOR     CX,CX           ; 破壊するバイト数を計算
        SUB     CX,DI
        MOV     SI,DI
        CLD
;
DESTROY1:
        LODSB
        NOT     AL              ; ビット反転をする破壊行為
        STOSB
        LOOP    DESTROY1
;
DESTROY2:
        MOV     AX,ES           ; セグメントがメインRAMの終端かチェックする
        CMP     AX,9000H
        JE      DESTROY3        ; VRAMの破壊へ
```

```
;
        ADD     AX,1000H            ; 次の物理セグメントへ
        MOV     ES,AX
        MOV     DS,AX
        XOR     SI,SI               ; 転送アドレスをセット
        MOV     DI,SI
        MOV     CX,SI               ; 転送バイト数をセット
;
DESTROY2_LOOP:
        LODSB
        ROL     AL,1                ; ビットをシフトする破壊行為
        STOSB
        LOOP    DESTROY2_LOOP
;
        JMP     DESTROY2            ; 次の物理セグメントへ
;
DESTROY3:                           ; テキストVRAMの破壊
        MOV     AX,0A000H           ; テキストVRAMのセグメント
        MOV     ES,AX
        MOV     DS,AX
        XOR     SI,SI               ; 転送アドレスをセット
        MOV     DI,SI
        MOV     CX,8000H/2          ; 転送ワード数をセット
;
DESTROY3_LOOP:
        LODSW
        XCHG    AL,AH               ; 上下を交換する破壊行為
        STOSW
        LOOP    DESTROY3_LOOP
;
        MOV     AL,1                ; 拡張GVRAMをアクティブにする
        OUT     6AH,AL
;
        XOR     AL,AL               ; バンク0から始める
        PUSH    AX
;
DESTROY4:                           ; グラフィックVRAMを破壊（青，赤）
        OUT     0A6H,AL             ; バンクを選択
        MOV     AX,0A800H           ; グラフィックVRAMのセグメント
        MOV     ES,AX
        MOV     DS,AX
        XOR     SI,SI               ; 転送アドレスをセット
        MOV     DI,SI
        MOV     CX,8000H            ; 転送ワード数をセット
;
DESTROY4_LOOP:
        LODSW
        ROR     AX,1                ; ビットを回転する破壊行為
        STOSW
        LOOP    DESTROY4_LOOP
;
DESTROY5:                           ; グラフィックVRAMを破壊（緑）
        MOV     AX,0B800H           ; グラフィックVRAMのセグメント
        MOV     ES,AX
        MOV     DS,AX
        XOR     SI,SI               ; 転送アドレスをセット
        MOV     DI,SI
        MOV     CX,4000H            ; 転送ワード数をセット
;
DESTROY5_LOOP:
        LODSW
        ROR     AX,1                ; ビットを回転する破壊行為
        STOSW
        LOOP    DESTROY5_LOOP
;
DESTROY6:                           ; グラフィックVRAMを破壊（拡張）
        MOV     AX,0E000H           ; グラフィックVRAMのセグメント
```

```
          MOV     ES,AX
          MOV     DS,AX
          XOR     SI,SI             ; 転送アドレスをセット
          MOV     DI,SI
          MOV     CX,4000H          ; 転送ワード数をセット
;
DESTROY6_LOOP:
          LODSW
          ROR     AX,1              ; ビットを回転する破壊行為
          STOSW
          LOOP    DESTROY6_LOOP
;
          POP     AX
          INC     AL                ; 次のバンクへ
          CMP     AL,2              ; 0, 1バンクを破壊したか?
          JB      DESTROY4
;
          MOV     AX,CS
          MOV     DS,AX
          LEA     DX,ENDING         ; 結果を表示
          MOV     AH,9
          INT     21H
;
          MOV     AX,4C00H          ; プログラム終了
          INT     21H
;
MESSAGE   DB      13,10
          DB      'VRAMを含めてメモリをクリアします.'
          DB      13,10,'$'
;
ENDING    DB      13,10
          DB      'メモリはクリアされました.'
          DB      13,10,'$'
;
          DW      128 DUP(?)        ; ローカルスタック
;
STACK     LABEL   WORD              ; ローカルスタックポインタ
;
CLRMEM    ENDP
;
CODE      ENDS
;
          END     CLRMEM
```

■図 1.9 CLRMEM. COM ダンプリスト

```
00000000 : 8D 26 14 03 8D 16 CE 01 B4 09 CD 21 8C C8 33 D2  : 640
00000010 : D1 E0 D1 D2 D1 E0 D1 D2 D1 E0 D1 D2 D1 E0 D1 D2  : D50
00000020 : 05 14 03 83 D2 00 50 8B C2 86 C4 B1 04 D3 E0 8E  : 74E
00000030 : C0 8E D8 5F 33 C9 2B CF 8B F7 FC AC F6 D0 AA E2  : AF7
00000040 : FA 8C C0 3D 00 90 74 15 05 00 10 8E C0 8E D8 33  : 698
00000050 : F6 8B FE 8B CE AC D0 C0 AA E2 FA EB E4 B8 00 A0  : BC1
00000060 : 8E C0 8E D8 33 F6 8B FE B9 00 40 AD 86 C4 AB E2  : 9E3
00000070 : FA B0 01 E6 6A 32 C0 50 E6 A6 B8 00 A8 8E C0 8E  : 905
00000080 : D8 33 F6 8B FE B9 00 80 AD D1 C8 AB E2 FA B8 00  : A48
00000090 : B8 8E C0 8E D8 33 F6 8B FE B9 00 40 AD D1 C8 AB  : A08
000000A0 : E2 FA B8 00 E0 8E C0 8E D8 33 F6 8B FE B9 00 40  : 9D3
000000B0 : AD D1 C8 AB E2 FA 58 FE C0 3C 02 72 BB 8C C8 8E  : A30
000000C0 : D8 8D 16 F5 01 B4 09 CD 21 B8 00 4C CD 21 0D 0A  : 625
000000D0 : 56 52 41 4D 82 F0 8A DC 82 DF 82 C4 83 81 83 82  : 8BE
000000E0 : 83 8A 82 F0 83 4E 83 8A 83 41 82 B5 82 DC 82 B7  : 8EF
000000F0 : 81 44 0D 0A 24 0D 0A 83 81 83 82 83 8A 82 CD 83  : 5FF
00000100 : 4E 83 8A 83 41 82 B3 82 EA 82 DC 82 B5 82 BD 81  : 915
00000110 : 44 0D 0A 24 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  : 07F
```

暗号化のテクニック

暗号化は、プログラムを読みにくくし、リストどおりにプログラムが動作しないというもので、これは、あらゆるテクニックと組み合わせても効果的なものです。たとえば、プログラムを置く場所を工夫しても、複雑な処理を行わせても、それがプログラムとしてきちんと読めてしまうのならば、その効果も半減です。ここでは暗号化のためのテクニック、暗号化されていることをわからせないようにするテクニックについて紹介します。

2.1 暗号化の方法

暗号化とは一連の意味あるブロックについて、あるキーを用いてコードを変形し、それを、あるキーを用いて復活できるように加工するものです。暗号化の基本は元の形を留めずに、さらに元どおりに復元することができるということですので、この変形の方法は重要です。ここでは、さまざまな暗号化のための方法について解説します。

■一定キーによる暗号化

○考え方

復元性が高く、なおかつ、簡単に暗号化を施せる方法としては、一定キー・一定演算によるものがあげられます。

○実現方法

まず、暗号化のためのキーを決定します。ひとくちに一定キーといっても、その形式はいろいろと選ぶことができます。考えられるものとしては、以下のものがあげられるでしょう。

① 1バイトのデータ
② 2バイト（1ワード）のデータ
③ ブロックと同じ長さの文字列

①は、ブロックの1バイト1バイトを、キーを用いて変形していくものです。

②は、ブロックを2バイト（1ワード）ずつ、キーを用いて変形していくものです。

③は、ブロックの長さと同じ長さの文字列（キーの集合）を用いてブロック全体を変形するものです。

③については一定キーとはいいにくいかもしれませんが、ブロック全体に対しては一定キーということができます。

キーが決まれば、変形の方法（これを演算といいます）を決定します。ここでは、変形の度合いと復元の可能性をうまくバランスさせなくてはなりません。このような点を考慮して、次のようなものがあげられます。

①' 反転（NOT）
②' 排他的論理和（exclusive OR）
③' 加算（ADD）
④' 減算（SUB）
⑤' 回転（Rotate）

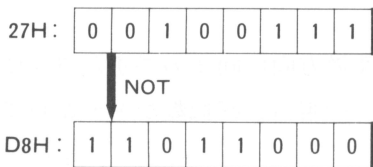
他のものでは、復元の可能性を考えた場合、あまり適当なものは存在しません。とりあえずはここにあげたものか、もしくはこれら

を組合せたもので十分でしょう。

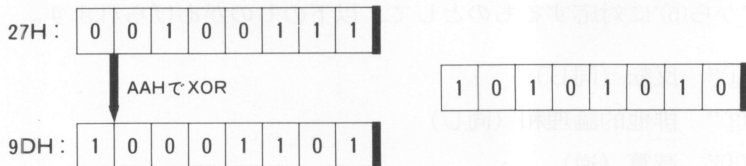
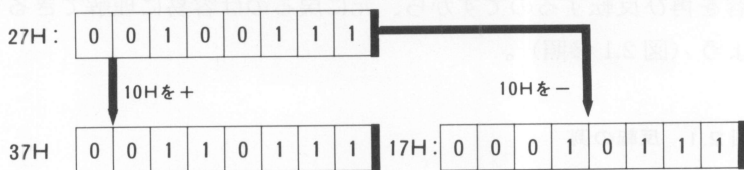
変形の方法に対して、復元の方法も決められなければなりません。①'から⑤'に対応するものとして、以下のものがあげられます。

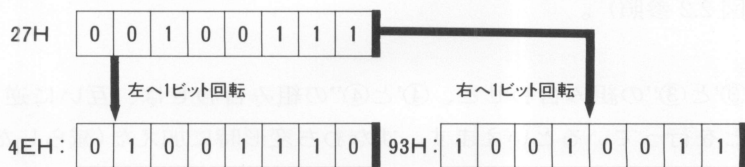
①"　反転（同じ）
②"　排他的論理和（同じ）
③"　減算（逆）
④"　加算（逆）
⑤"　回転（逆方向のもの）

①'と①"の組み合わせについては問題ないでしょう。反転された内容を再び反転するのですから、元に戻るのは容易に理解できるでしょう（図 2.1 参照）。

■図 2.1　反転の例

②'と②"の組み合わせは、部分的な反転とみなすことができます。このときキーの全ビットを 1 とすれば、反転と同じ効果を持ちます（図 2.2 参照）。

③'と③"の組み合わせと、④'と④"の組み合わせは、互いに逆のことを行っているといえます。すなわち変形時に加えた（減らした）分を、復元時に減らして（増やして）やるわけです（図 2.3 参照）。

■図 2.2　排他的論理和の例

■図 2.3　加算と減算の例

⑤'と⑤"は、回したビット列を逆方向に回すのですから元に戻るのは当然です（図 2.4 参照）。この場合、回転数がキーとしての値となるでしょう。

■図 2.4　回転の例

○対処方法

暗号化の場合、とにかく復元を行っている箇所は必ずあるはずですので、そこをまず見つけます。また、途中でどうも不自然な命令列があることに気付いたら、そこも暗号化が施されている可能性があります。特に、CALL 命令や JMP 命令において、飛び先がプログラムとして不自然な場合、暗号化が施されており、気付かないうちに復元が行われていると思っても間違いはないでしょう。ただし、わざと不自然な流れとしている場合もありますので（応用編Ｉ・2参照)、その点は留意しておいてください。

また復元している箇所を見つけたら、とにかく復元先を復元してみることです。そうでないと、暗号化されている部分を正しく解読することができません。復元のための方法については、2.2 に後述します。

○サンプル

SYMDEB によるオペレーションですが、このオペレーションは、オフセット 1000H に置かれているプログラムを、①と①'の組み合わせで暗号化するものです（この場合、キーは値として存在せず、サイズと演算方法のみが存在する）。元のプログラムと暗号化が施されたプログラムを比較してください（図 3.6 参照）。

■図 2.5　暗号化の例（1）

```
A>SYMDEB↵
Microsoft Symbolic Debug Utility
Version 3.01
(C)Copyright Microsoft Corp 1984, 1985
Processor is [8086]
-A1000↵                          ――暗号化されるフログラムを作成
30B9:1000 MOV AH,9
30B9:1002 MOV DX,1000
30B9:1005 INT 21
30B9:1007 MOV AH,A
30B9:1009 MOV DX,1200            ――メッセージを出力し，1行入力を行うフログラム
30B9:100C INT 21
```

```
30B9:100E CMP BYTE [1201],0
30B9:1013 JE 1000
30B9:1015 RET
30B9:1016
-A100↵                                        ――暗号化するプログラムを作成
30B9:0100 MOV SI,1000
30B9:0103 MOV DI,1000
30B9:0106 MOV CX,20
30B9:0109 CLD
30B9:010A LODSB
30B9:010B NOT AL                              ――反転処理を施す
30B9:010D STOSB
30B9:010E LOOP 10A
30B9:0110
-U1000↵                                       ――もとのプログラムを確認
30B9:1000 B409          MOV     AH,09
30B9:1002 BA0010        MOV     DX,1000
30B9:1005 CD21          INT     21
30B9:1007 B40A          MOV     AH,0A
30B9:1009 BA0012        MOV     DX,1200
30B9:100C CD21          INT     21
30B9:100E 803E011200    CMP     Byte Ptr [1201],00
30B9:1013 74EB          JZ      1000
-U↵
30B9:1015 C3            RET
30B9:1016 0CC7          OR      AL,C7
30B9:1018 06            PUSH    ES
30B9:1019 E50B          IN      AX,0B
30B9:101B 8802          MOV     [BP+SI],AL
30B9:101D 8C1EE70B      MOV     [0BE7],DS
30B9:1021 803E2E14FF    CMP     Byte Ptr [142E],FF
30B9:1026 75BD          JNZ     0FE5
-G=100,110↵                                   ――暗号化
AX=0018  BX=0000  CX=0000  DX=0000  SP=CE36  BP=0000  SI=1020  DI=1020
DS=30B9  ES=30B9  SS=30B9  CS=30B9  IP=0110   NV UP EI PL NZ NA PO NC
30B9:0110 CD21          INT     21   ;Terminate Program
-U1000↵                                       ――結果をみる
30B9:1000 4B            DEC     BX
30B9:1001 F645FFEF      TEST    Byte Ptr [DI-01],EF
30B9:1005 32DE          XOR     BL,DH
30B9:1007 4B            DEC     BX
30B9:1008 F5            CMC                   ――さっぱりわからない
30B9:1009 45            INC     BP
30B9:100A FFED          JMP     FAR BP
30B9:100C 32DE          XOR     BL,DH
-G=100,110↵
AX=00E7  BX=0000  CX=0000  DX=0000  SP=CE36  BP=0000  SI=1020  DI=1020
DS=30B9  ES=30B9  SS=30B9  CS=30B9  IP=0110   NV UP EI PL NZ NA PO NC
30B9:0110 CD21          INT     21   ;Terminate Program
-U1000↵                                       ――元に戻す
30B9:1000 B409          MOV     AH,09
30B9:1002 BA0010        MOV     DX,1000
30B9:1005 CD21          INT     21
30B9:1007 B40A          MOV     AH,0A         ――きちんと戻っている
30B9:1009 BA0012        MOV     DX,1200
30B9:100C CD21          INT     21
30B9:100E 803E011200    CMP     Byte Ptr [1201],00
30B9:1013 74EB          JZ      1000
-
```

■可変のキーを用いた暗号化

○考え方

一定キーを用いた場合、暗号化されていることがすぐにわかってしまったり、すぐに復元されてしまうという欠点があります。そこで可変のキーを用い、暗号化を複雑化するとともに、復元を困難にしようというものです。

○実現方法

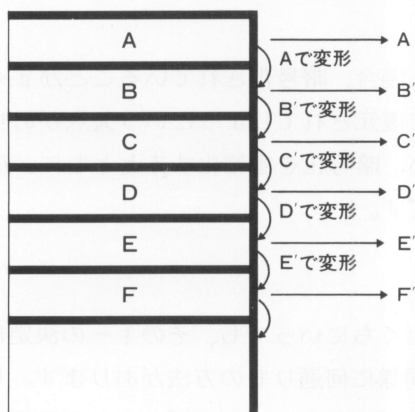
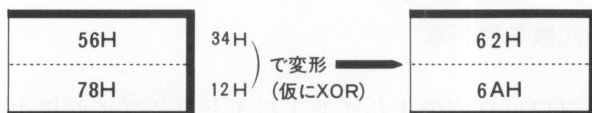
可変のキーとひとくちにいっても、そのキーの決定については、一定キーの場合と同様に何通りもの方法があります。しかし復元できることが第一条件ですから、いいかげんなものを選ぶことはできません。そこで、考えられるのは以下のようなものです。

① 直前のデータを用いる
② アドレス値を用いる
③ 疑似乱数を用いる

①はあるブロック内の1バイト1バイト（2バイト以上でも同様）についてブロック全体のキーを定め、そのキーが1番目のデータを変形し、1番目のデータが2番目のデータを変形するという動作をブロック全体について行うものです（図2.6参照）。

②は、そのデータが置かれているアドレスを用いて暗号化を施すものです。変形時と復元時でアドレスは変化しないので、キーとして有効なわけです（図2.7参照）。

③は、出現パターンが等しい疑似乱数を用いて暗号化を施すものです。疑似乱数発生のパターンを見破らない限り解読は困難です。

■図 2.6　直前のデータを用いた暗号化

■図 2.7　アドレス値を用いた暗号化

○対処方法

一定キーの場合と同様に、復元を行っている箇所を捜します。

○サンプル

例を図 2.8 として、SYMDEB によるオペレーションで示しておきますので参考にしてください。この場合、①と②の両方で暗号化を行っていますが、後者の場合、プログラムを置く位置によって結果が異なることに注意してください。

■図 2.8 暗号化の例（2）

```
A>SYMDEB↵
Microsoft Symbolic Debug Utility
Version 3.01
(C)Copyright Microsoft Corp 1984, 1985
Processor is [8086]
-A1000↵                                                 暗号化されるフログラムを作成
2F6D:1000 MOV AH,9
2F6D:1002 MOV DX,1100
2F6D:1005 INT 21
2F6D:1007 MOV DX,1200
2F6D:100A MOV AH,A
2F6D:100C INT 21
2F6D:100E CMP BYTE [1201],0
2F6D:1013 JE 1000
2F6D:1015 RET
2F6D:1016
-M1000 1015 2000↵                                       同様のものを異るアドレスへ作成
-U1000↵                                                 確認
2F6D:1000 B409          MOV     AH,09
2F6D:1002 BA0011        MOV     DX,1100
2F6D:1005 CD21          INT     21
2F6D:1007 BA0012        MOV     DX,1200
2F6D:100A B40A          MOV     AH,0A
2F6D:100C CD21          INT     21
2F6D:100E 803E011200    CMP     Byte Ptr [1201],00
2F6D:1013 74EB          JZ      1000
-U2000↵
2F6D:2000 B409          MOV     AH,09
2F6D:2002 BA0011        MOV     DX,1100
2F6D:2005 CD21          INT     21
2F6D:2007 BA0012        MOV     DX,1200
2F6D:200A B40A          MOV     AH,0A
2F6D:200C CD21          INT     21
2F6D:200E 803E011200    CMP     Byte Ptr [1201],00
2F6D:2013 74EB          JZ      2000
-A100↵                                                  直前の結果を用いた暗号化
2F6D:0100 MOV SI,1000
2F6D:0103 MOV DI,1000
2F6D:0106 MOV CX,1F
2F6D:0109 MOV DL,AA                                     初期値はAAH
2F6D:010B CLD
2F6D:010C LODSB
2F6D:010D XOR AL,DL
2F6D:010F MOV DL,AL
2F6D:0111 STOSB
2F6D:0112 LOOP 10C
2F6D:0114
-G=100,114↵                                             暗号化
AX=0060  BX=0000  CX=0000  DX=0060  SP=CF82  BP=0000  SI=101F  DI=101F
DS=2F6D  ES=2F6D  SS=2F6D  CS=2F6D  IP=0114   NV UP EI PL NZ NA PE NC
2F6D:0114 0000          ADD     [BX+SI],AL                      DS:101F=E7
-U1000↵                                                 結果をみる
2F6D:1000 1E            PUSH    DS
2F6D:1001 17            POP     SS
2F6D:1002 AD            LODSW
2F6D:1003 AD            LODSW                           さっぱりわからない
2F6D:1004 BC7150        MOV     SP,5071
2F6D:1007 EAEAF84C46    JMP     464C:F8EA
2F6D:100C 8BAA2A14      MOV     BP,[BP+SI+142A]
2F6D:1010 150707        ADC     AX,0707
-M2000 201F 1000↵                                       フログラムを元に戻す
-A100↵                                                  アドレスを用いた暗号化
2F6D:0100 MOV SI,1000
2F6D:0103 MOV DI,1000
2F6D:0106 MOV CX,10*2
2F6D:0109 CLD
```

```
2F6D:010A MOV AX,SI
2F6D:010C OR AL,AH
2F6D:010E MOV DL,AL
2F6D:0110 LODSB
2F6D:0111 XOR AL,DL
2F6D:0113 STOSB
2F6D:0114 LOOP 10A
2F6D:0116
-G=100,116 ⏎  ――――――――――――――――――――――――――――――― 実行
AX=1076  BX=0000  CX=0000  DX=001F  SP=CF82  BP=0000  SI=1020  DI=1020
DS=2F6D  ES=2F6D  SS=2F6D  CS=2F6D  IP=0116   NV UP EI PL NZ NA PO NC
2F6D:0116 0000          ADD    [BX+SI],AL                        DS:1020=0B
-U1000 ⏎  ―――――――――――――――――――――――――――――――― 結果をみる
2F6D:1000 A4            MOVSB
2F6D:1001 18A81305      SBB    [BX+SI+0513],CH
2F6D:1005 D837          FDIV   DWord Ptr [BX]
2F6D:1007 AD            LODSW
2F6D:1008 180B          SBB    [BP+DI],CL
2F6D:100A AE            SCASB
2F6D:100B 11D1          ADC    CX,DX
2F6D:100D 3C9E          CMP    AL,9E
-A100 ⏎  ――――――――――――――――――――――――――――――――― アドレスを変更してみる
2F6D:0100 MOV SI,2000
2F6D:0103 MOV DI,2000
2F6D:0106
-G=100,116 ⏎  ――――――――――――――――――――――――――――――― 実行
AX=2056  BX=0000  CX=0000  DX=003F  SP=CF82  BP=0000  SI=2020  DI=2020
DS=2F6D  ES=2F6D  SS=2F6D  CS=2F6D  IP=0116   NV UP EI PL NZ NA PE NC
2F6D:0116 0000          ADD    [BX+SI],AL                        DS:2020=00
-U2000 ⏎  ―――――――――――――――――――――――――――――――― 結果をみる
2F6D:2000 94            XCHG   AX,SP
2F6D:2001 28982335      SUB    [BX+SI+3523],BL
2F6D:2005 E8079D        CALL   BD0F
2F6D:2008 283B          SUB    [BP+DI],BH
2F6D:200A 9E            SAHF   ―――――――――――――――――――――――― 結果が異なる
2F6D:200B 21E1          AND    CX,SP
2F6D:200D 0CAE          OR     AL,AE
2F6D:200F 1131          ADC    [BX+DI],SI
-
```

■キーを明示しない暗号化

○考え方

キーを具体的な値として示さず、どこか別の箇所からキーが得られるというものです。効果的に使用するには、キーを解読によって得にくいものにするとよいでしょう。

○実現方法

キーの決定には、次の手段を用いることができます。

① 計算による

② リターンコードなどを用いる

①では、複雑な演算を連続して行い、結果として得られたデータをキーとするものです。キーの算出が面倒であればあるほど、この方法は効果を増します。

②は、ディスク BIOS などのリターンコード（処理の終了状況を表したデータ）をキーとするものです。リターンコードとしてどのような値が返されるかわからなければ、キーも知ることができないのですから、ディスク BIOS の処理が理解できない場合、または結果が予測できない場合には非常に効果的です。この方法は3，4年前にあるワープロソフトで用いられていました。ディスク上に正常なＩＤが存在しない場合に、返されるコードを知ることができなければ復元はできないのです。

○対処方法

①については、とにかく計算を行い、得られるべきキーを求めることです。

②については、ディスク BIOS やディスクのフォーマットについての知識が必要なわけですから、それを知らなければなりません。

両者とも面倒なら、実行可能な場合に実行させてみて、キーを決定する時点でのキーの内容を得ておくことです。

○サンプル

割り込みベクタテーブル全体を1バイトずつ加算し、それをキーとして暗号化を施すものです。当然ながら割り込みベクタの状態が異なるシステムでは暗号化の結果が異なり、かつ復元はできません（図 2.9 参照）。

■図 2.9 暗号化の例（3）

```
A>SYMDEB↵
Microsoft Symbolic Debug Utility
Version 3.01
(C)Copyright Microsoft Corp 1984, 1985
Processor is [8086]
-A1000↵ ──────────────────── 暗号化されるプログラムを作成
4867:1000 MOV AH,9
4867:1002 MOV DX,1100
4867:1005 INT 21
4867:1007 MOV AH,A
4867:1009 MOV DX,1200
4867:100C INT 21
4867:100E CMP BYTE [1201],0
4867:1013 JE 1000
4867:1015 RET
4867:1016
-A100↵ ───────────────────── 暗号化するプログラムを作成
4867:0100 XOR AX,AX
4867:0102 MOV DS,AX
4867:0104 MOV SI,AX
4867:0106 MOV DX,AX
4867:0108 MOV CX,400 ──────── 割り込みベクタからキーを算出
4867:010B LODSB
4867:010C ADD DX,AX
4867:010E LOOP 10B
4867:0110 XOR DL,DH
4867:0112 PUSH CS
4867:0113 POP DS
4867:0114 MOV SI,1000
4867:0117 MOV DI,1000
4867:011A MOV CX,20
4867:011D LODSB
4867:011E XOR AL,DL
4867:0120 STOSB
4867:0121 LOOP 11D
4867:0123
-G=100,123↵ ──────────────── 暗号化
AX=009C  BX=0000  CX=0000  DX=419C  SP=FFFE  BP=0000  SI=1020  DI=1020
DS=4867  ES=4867  SS=4867  CS=4867  IP=0123   NV UP EI NG NZ NA PE NC
4867:0123 0000          ADD     [BX+SI],AL                    DS:1020=00
-U1000↵ ─────────────────── 結果をみる
4867:1000 2895269C      SUB     [DI+9C26],DL
4867:1004 8D51BD        LEA     DX,[BX+DI-43]
4867:1007 2896269C      SUB     [BP+9C26],DL
4867:100B 8E51BD        MOV     SS,[BX+DI-43] ───── さっぱりわからない
4867:100E 1CA2          SBB     AL,A2
4867:1010 9D            POPF
4867:1011 8E9CE877      MOV     DS,[SI+77E8]
4867:1015 5F            POP     DI
-G=100,123↵ ──────────────── 元に戻す
AX=0000  BX=0000  CX=0000  DX=419C  SP=FFFE  BP=0000  SI=1020  DI=1020
DS=4867  ES=4867  SS=4867  CS=4867  IP=0123   NV UP EI PL ZR NA PE NC
4867:0123 0000          ADD     [BX+SI],AL                    DS:1020=00
-U1000↵ ─────────────────── 元に戻ったかみる
4867:1000 B409          MOV     AH,09
4867:1002 BA0011        MOV     DX,1100
4867:1005 CD21          INT     21
4867:1007 B40A          MOV     AH,0A ────────── 戻った
4867:1009 BA0012        MOV     DX,1200
4867:100C CD21          INT     21
4867:100E 803E011200    CMP     Byte Ptr [1201],00
4867:1013 74EB          JZ      1000
-G=100,123↵ ──────────────── 再び暗号化
AX=009C  BX=0000  CX=0000  DX=419C  SP=FFFE  BP=0000  SI=1020  DI=1020
DS=4867  ES=4867  SS=4867  CS=4867  IP=0123   NV UP EI NG NZ NA PE NC
4867:0123 0000          ADD     [BX+SI],AL                    DS:1020=00
-E 0:3FF↵ ───────────────── ベクタの一部を故意に書き換える
```

```
0000:03FF  06.00↵
-G=100,123↵ ────────────────────元に戻してみる
AX=000A  BX=0000  CX=0000  DX=4196  SP=FFFE  BP=0000  SI=1020  DI=1020
DS=4867  ES=4867  SS=4867  CS=4867  IP=0123   NV UP EI PL NZ NA PE NC
4867:0123 0000          ADD    [BX+SI],AL                     DS:1020=00
-U1000↵ ────────────────────────結果は？
4867:1000 BE03B0        MOV    SI,B003
4867:1003 0A1B          OR     BL,[BP+DI]
4867:1005 C72BBE00      MOV    Word Ptr [BP+DI],00BE
4867:1009 B00A          MOV    AL,0A ──────────元に戻らない！
4867:100B 18C7          SBB    BH,AL
4867:100D 2B8A340B      SUB    CX,[BP+SI+0B34]
4867:1011 180A          SBB    [BP+SI],CL
4867:1013 7EE1          JLE    0FF6
-
```

■並べ換えによる暗号化

○考え方

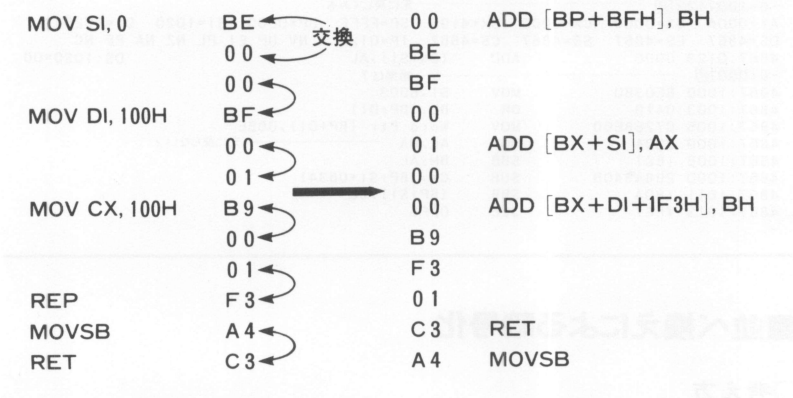
キーを用いた変形は、常に復元の可能性と隣り合わせになるため、あまり複雑なことを行うと復元できなくなりますが、これは、キーを用いずにブロック内に操作を施して、結果的に暗号化としてしまうというものです。いうなれば“パズル16”のようなもので、目茶苦茶に並べ換えられたブロック内を、一定の手順に従って元に戻せば復元も容易です。

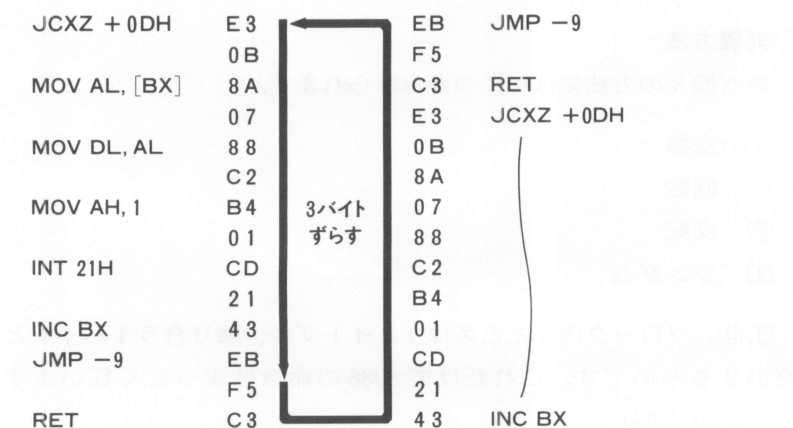
○実現方法

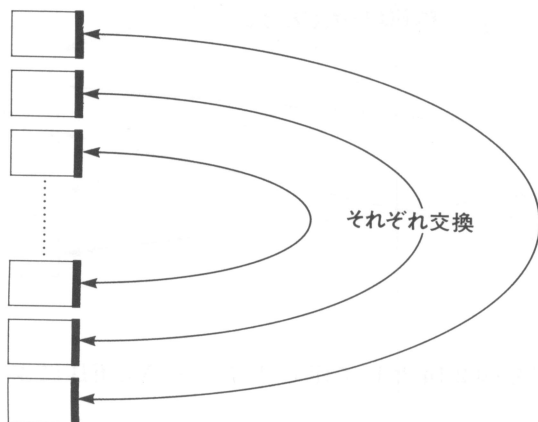
並べ換えの方法にはいくつかあげられます。

① 交換
② 回転
③ 反転
④ ランダム

①は、ブロック内をたとえば1バイトずつ、隣り合う1バイトと交換するものです。これだけで8086の命令はまったく狂います（図2.10参照）。

■図 2.10　交換の例

②は、ブロック内全体を回転するものです。金庫のダイアルのように、正方向と逆方向の回転を何回か行って、複雑化するのもよいでしょう（図 2.11 参照）。

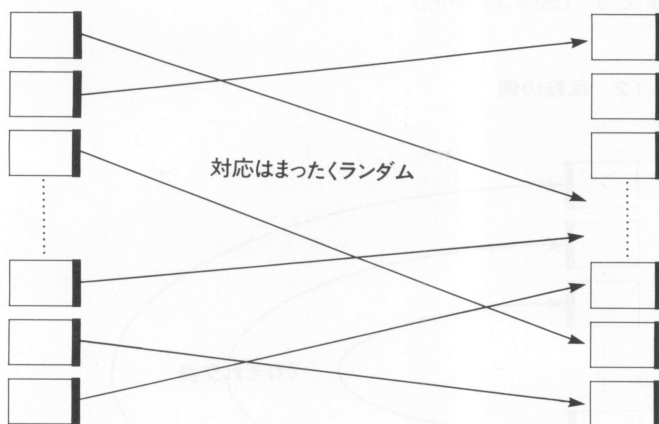
■図 2.11　回転の例

③は、ブロック内の低位と上位を反転するものです。いわば上下逆さまです（図 2.12 参照）。

■図 2.12　反転の例

④は、ブロック内をある関数を定めて、一見ランダムに並べ換えるものです。復元時には変形時に用いた関数の逆関数を用います（図 2.13 参照）。

この場合、対応が 1 対 1 でないと復元することができなくなる可能性もありますから、関数の仕様には注意しなければなりません。なお、疑似乱数を用いるという方法もあります。これは BASIC の P オプションセーブで用いています。

○対処方法

とにかく復元を行っている箇所を捜し、並べ換えの方法を知るしかありません。

■図 2.13 ランダムの例

○サンプル

上下反転の例を図 2.14 として示します。SYMDEB によるオペレーションです。

■図 2.14 暗号化の例（4）

```
A>SYMDEB↵
Microsoft Symbolic Debug Utility
Version 3.01
(C)Copyright Microsoft Corp 1984, 1985
Processor is [8086]
-A1000↵                         ――暗号化されるプログラムを入力
7B8B:1000 MOV AH,9
7B8B:1002 MOV DX,1100
7B8B:1005 INT 21
7B8B:1007 MOV AH,A
7B8B:1009 MOV DX,1200
7B8B:100C INT 21
7B8B:100E MOV AL,[1201]
7B8B:1011 OR AL,AL
7B8B:1013 JNE 1000
7B8B:1015 RET
7B8B:1016
-A100↵                          ――暗号化するプログラムを入力
7B8B:0100 MOV SI,1000
7B8B:0103 MOV DI,1015
7B8B:0106 MOV CX,DI
7B8B:0108 SUB CX,SI
7B8B:010A INC CX
7B8B:010B SHR CX,1
7B8B:010D MOV AL,[SI]
7B8B:010F XCHG AL,[DI]
```

```
7B8B:0111 MOV [SI],AL
7B8B:0113 INC SI
7B8B:0114 DEC DI
7B8B:0115 LOOP 10D
7B8B:0117
-G=100,117↵ ――――――――――――暗号化
AX=0012  BX=0000  CX=0000  DX=0000  SP=FFFE  BP=0000  SI=100B  DI=100A
DS=7B8B  ES=7B8B  SS=7B8B  CS=7B8B  IP=0117   NV UP EI PL NZ NA PE NC
7B8B:0117 0000          ADD    [BX+SI],AL                     DS:100B=00
-U1000↵ ――――――――――――――結果をみる
7B8B:1000 C3            RET ―――――RET 命令が先頭にきている
7B8B:1001 EB75          JMP    1078
7B8B:1003 C00812        ROR    Byte Ptr [BX+SI],12
7B8B:1006 01A021CD      ADD    [BX+SI+CD21],SP
7B8B:100A 1200          ADC    AL,[BX+SI]
7B8B:100C BA0AB4        MOV    DX,B40A
7B8B:100F 21CD          AND    BP,CX
7B8B:1011 1100          ADC    [BX+SI],AX
-U↵
7B8B:1013 BA09B4        MOV    DX,B409
7B8B:1016 0000          ADD    [BX+SI],AL
7B8B:1018 0000          ADD    [BX+SI],AL
7B8B:101A 0000          ADD    [BX+SI],AL
7B8B:101C 0000          ADD    [BX+SI],AL
7B8B:101E 0000          ADD    [BX+SI],AL
7B8B:1020 0000          ADD    [BX+SI],AL
7B8B:1022 0000          ADD    [BX+SI],AL
-G=100,117↵ ――――――――――――元に戻す
AX=0000  BX=0000  CX=0000  DX=0000  SP=FFFE  BP=0000  SI=100B  DI=100A
DS=7B8B  ES=7B8B  SS=7B8B  CS=7B8B  IP=0117   NV UP EI PL NZ NA PE NC
7B8B:0117 0000          ADD    [BX+SI],AL                     DS:100B=12
-U1000↵ ――――――――――――――結果をみる
7B8B:1000 B409          MOV    AH,09
7B8B:1002 BA0011        MOV    DX,1100
7B8B:1005 CD21          INT    21
7B8B:1007 B40A          MOV    AH,0A
7B8B:1009 BA0012        MOV    DX,1200
7B8B:100C CD21          INT    21
7B8B:100E A00112        MOV    AL,[1201]
7B8B:1011 08C0          OR     AL,AL
-U↵
7B8B:1013 75EB          JNZ    1000
7B8B:1015 C3            RET
7B8B:1016 0000          ADD    [BX+SI],AL
7B8B:1018 0000          ADD    [BX+SI],AL
7B8B:101A 0000          ADD    [BX+SI],AL
7B8B:101C 0000          ADD    [BX+SI],AL
7B8B:101E 0000          ADD    [BX+SI],AL
7B8B:1020 0000          ADD    [BX+SI],AL
-
```

■コマンドにより動作させる暗号化

○考え方

命令の実行が直接の効果を持つのではなく、それは単にコマンドを実行させる手順にすぎないというものです。この場合、コマンドの意味がわからなくては、結局、何が行われているのかわからない

のですから、復元の方法もない（必要ない）暗号化です。

○実現方法

まず、コマンドによって何を行わせるか、何が行えるのかということを決めます。単純にあげてみれば、

メモリアクセス
各種計算
ディスクアクセス

などが考えられるでしょうが、これらに対応したコマンドを決定し、それらを並べたコマンド表を実際のプログラムとするのです。似たような考え方は、ある有名なチェックルーチンが採用しています。

たとえば、

メモリリード：識別コード００Ｈ
アドレス上位
アドレス下位
格納レジスタ（メモリ上に仮想レジスタを構成）

加算：識別コード１０Ｈ
被加数格納レジスタ
加数格納レジスタ
和格納レジスタ

といった具合で、これとは別に解釈し実行するプログラムが存在するのです。雰囲気としては、BASICインタプリタに似ていると思います。

2.2 復元の方法

ここでは、すでに暗号化が施されているブロックについて、それを復元する方法を書きます。

プログラム解読時において、暗号化されている部分を復元するには以下の方法が考えられます。

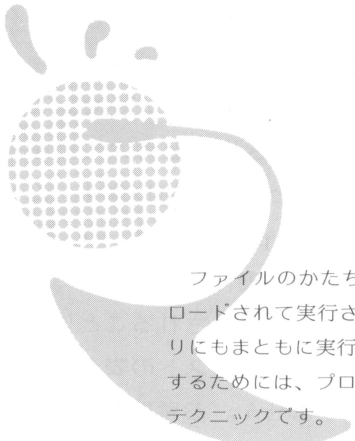
① 復元を行っている部分を解読し、手動で復元する
② 復元を行っている部分を部分的に実行させ、復元する

①は、プログラムが実行できないときに行うか、とりあえず解読のみで復元してみようというときに試みられる方法です。復元のためのアルゴリズムを、とにかく知らなければなりませんので、手間のかかるのが欠点です。

②は、プログラムを部分的に走らせてみることのできる環境があり、実行させてみても支障のない場合です（支障のある場合については後述）。アルゴリズムを知るための解読は必要なく、また、確実に復元された内容を得られますので（手動で行うとミスの入り込む確率が高い）手軽といえます。しかしこの場合、復元させてみてもあとの動作に支障の出る場合があり、安全とはいえません。

さて、復元を手動で行う場合については特に細かな説明は加えず、ここでは、復元をプログラム自身によって行わせる場合について、説明してみましょう。

まず、復元を自動的に行わせる場合、その方法について明らかであるとします。たとえば、レジスタの値には何が必要で、どこからどこまでを実行させればよいかといった情報です。では実行させて

みましょう。みなさんも適当な状況を頭に描き、想像で実行させてください。実行が終り、暗号化の施されていた部分が正常になって、まともな命令の並びになっています。この場合は、うまくいったとみてよいでしょう。正常な部分のリストをプリンタへ打ち出すなりして保存しておくとよいでしょう。

ところで、このとき問題となるのはプログラムを部分的に実行させるということです。ご存じのとおり、SYMDEBなどのデバッガを用いてプログラムの部分実行を行わせる場合、実行終了位置には必ずブレークポイント（INT3命令）が置かれます。ここで気を付けていただきたいのは、このブレークポイントの存在が、復元の支障になるかもしれないということです。たとえば、以下のような場合があげられます。

■復元ルーチンのチェックサムをとっている場合

復元ルーチンが、自らのチェックサムをとりながら実行している場合、ブレークポイントに置かれた命令コードが、チェックサムを崩してしまう可能性があるからです。このような場合は、復元ルーチンのコピーをどこかの空き領域に作成し、それを代りに実行させるしかありません。

3

プログラムをかくす

ファイルのかたちで存在するプログラムは、ふつうRAM上にロードされて実行されますが、OSの規則に従った場合には、あまりにもまともに実行されてしまいます。プログラムの解読を困難にするためには、プログラムの配置場所に工夫をこらすのも、一つのテクニックです。

3.1 プログラムをVRAM上に置く

■プログラムをテキストVRAM上に置く

○考え方

通常テキストVRAMはメッセージの表示に用いる領域ですが、RAMであることには変りがないため、プログラムを置く場所としても使用することができます。解読に際しては、単なるメッセージの表示と思われることも多く、うまく使えば、たとえば暗号化と組み合わせればなかなか効果的です。

○実現方法

よく行われるのは、A1000Hからの領域を用いる方法です。この領域は、テキストVRAMの2ページ目として用意されているもので、BASICやMS−DOSからは使用されていません。そこで、

4KBという小さな領域ですが、プログラムを置く領域として十分に用いることができます。ただし、漢字ROMを実装していない機種の場合には、メモリが不連続になるので注意してください。

この場合は、VRAMを単なる一時的な置き場所と考えていましたが、置き方を考えれば十分にプロテクトとして通用します。たとえばプログラムをPRINT文（BASIC）やprintf()関数（C言語）などを用いてテキスト画面に表示し、そこへ実行を移すものです。ただし、画面への表示において制御コードとみなされることによる（画面に表示される）プログラムの乱れや、テキストの表示方式については、十分に気を付けなければなりません。参考になるかもしれませんので、まずテキストの表示について触れておきましょう。

PC－9801ではテキストVRAMの形式は、図3.1のようになっています。

■図3.1　テキストVRAMの形式

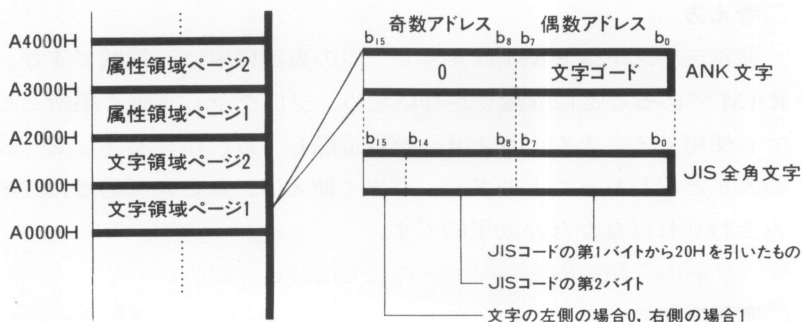



図3.1からもわかるように、通常のキャラクタ（ANK文字）の表示にも必ず2バイトの領域を要します。この場合、第2バイト目（奇数バイト）には必ず00HがA入ってANK文字であることを表し、第1バイト目（偶数バイト）にはキャラクタコードが入ります。

また、日本語（JIS全角文字）の表示には、4バイトの領域を要します。この場合、第1バイト、第2バイト目が文字の左半分を受け持ち、第3バイト、第4バイト目が文字の右半分を受け持ちます。このとき、これらのデータは表示する文字のコードによって、以下のような規則を守らなければなりません。

[左半分の表示の場合]

第1バイト目……表示する文字コードの上位バイトから20Hを引いた値

第2バイト目……表示する文字コードの下位バイト

[右半分の表示の場合]

第3バイト目……表示する文字コードの上位バイトから20Hを引いた値

第4バイト目……表示する文字コードの下位バイトの最上位ビットを1とした値

さらに、JIS半角文字の表示の場合には、2バイトの領域で表示することができますが、表示するコードによって格納するデータが異なりその分類も面倒なので、ここでは詳しく説明しません。

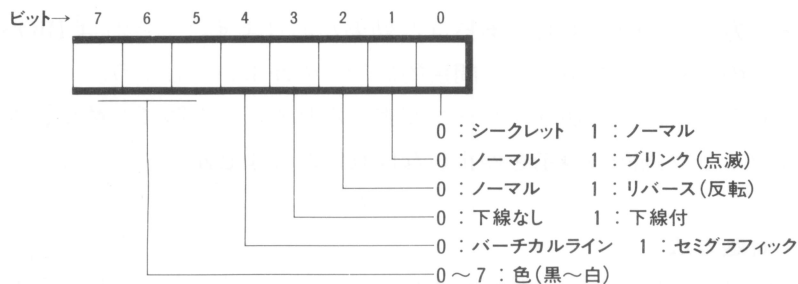
例を示しますと、ANK文字のスペース（20H）を表示する場合には、VRAM上には20H 00Hの順にコードが入ります。また、JIS全角文字の“亜”（JISコード3021H）を表示するには、10H, 21H, 10H, A1Hが順に入ります。

以上をまとめれば、テキスト VRAM 上に正しいプログラムを置くには、この変換規則を十分に理解しておかなければなりません。これはなかば強制的なものですから、置くことのできるプログラムにもかなりの制限が加えられます。もっとも工夫次第で何とかなるものです。

なお忘れてはならないことに、テキスト VRAM 上のプログラムを表示させてはいけないということがあります。せっかく特殊な位置にプログラムを置いたのですから、また当然、正常な文字列とはなりにくく目立ってしまいますから、それをかくさなければなりません。そこで、テキスト表示属性を利用して、存在はしているが、表示はされないという方法について説明します。

テキスト表示属性とは、テキスト画面に表示される文字の 1 文字 1 文字に対応して、表示されるモード（点滅、反転など）や色を決定するものです。テキスト表示属性を格納する領域は、A2000H から始まっています。文字部と同様に、2 ページ分の領域が確保されています（2 ページ目は A3000H から）。

テキスト表示属性は 1 バイトで構成されます。しかし、それでは文字部とのアドレス上の対比がとりにくいので、実際には 2 バイトの領域がとられています。よって、セグメントベースを切り替えることにより、文字部と属性部を同じオフセットでアクセスできるわけです。このように、属性には 2 バイトの領域が確保されているにもかかわらず、実際には 1 バイトしか使用されていないのですから、残りの 1 バイトが無駄になります。しかし、この無駄になる部分にはメモリが存在せず、とびとびにメモリが配置され無駄を防いでいます。テキスト表示属性の構成を図 3.2 として示します。

■図 3.2　テキスト表示属性

ここで参考にするのはビット0のシークレット属性です。ビット0を0にすればシークレット属性が効果を現し、対応する文字にはいかなるモードや色が設定されても、画面上には何も表示されません。同時に表示色を黒にしてノーマルモード（反転もブリンクもしないモード）にするのもよいでしょう。

■プログラムをグラフィックVRAM上に置く

○考え方

VRAMはテキスト用のみではありません。グラフィック用のVRAMは最低でも96KB存在し、最大で256KBにもなるのですから、プログラム領域としても、またデータ領域としても放っておく手はありません。しかも、グラフィックVRAMに置くためのプログラムは、テキストVRAMのそれより作成が簡単です。しかしテキストVRAMの場合と異なり、表示するためのデータと実際にVRAMに格納されるデータが異ならないので、暗号化を徹底させるなりして、その扱いを慎重にしなければなりません。

○実現方法

とにかくグラフィックVRAM上に転送すればよいのですから、その方法が複雑であればあるほど効果があります。できればBIOSなどのサービスを用いて、間接的に行うのがよいでしょう。

もちろん、不自然なパターンが表示されることを防ぐために、グラフィック画面の表示を停止しなければなりません。

○対処方法

いずれにしても表示がかくされてしまうのですから、プログラム解析によって発見するしかありませんが、発見する方法としては、やはり不自然な画面への表示や、グラフィックVRAMへの転送でしょう。すでに説明したとおり、テキスト画面へプログラムを表示するという形式によって格納するには、かなり不自然な文字列を、データとして与えなければなりません。したがって、かなり容易に発見できそうです。

3.2 プログラムをスタックに置く

○考え方

スタックというのはデータを一時的に待避したり、サブルーチン間でのパラメータの授受に用いる領域ですが、ここをプログラムの置き場所にしてしまおうというわけです。スタックにプログラムが置かれると、解析は実際にスタックに積まれる内容がわからないとできませんから、解析を困難にするには効果的です。

○実現方法

まずは、スタックにプログラムを置く方法から考え、実行の方法についてはあとに回しましょう。スタックにプログラムを置くには次の2通りの方法が考えられます。

1つ目は、PUSH命令によってスタックに命令を積んでいく方法です。用意するプログラムはメモリにあってもよいのですが、命令コードを直接PUSH命令によってスタックへ積むほうが、混乱させるには効果的です。しかし、手間がかかります。

例を示してみましょう。次のような短いサブルーチンをスタックに置きます（プログラムの左にあるのは対応する命令コード）。

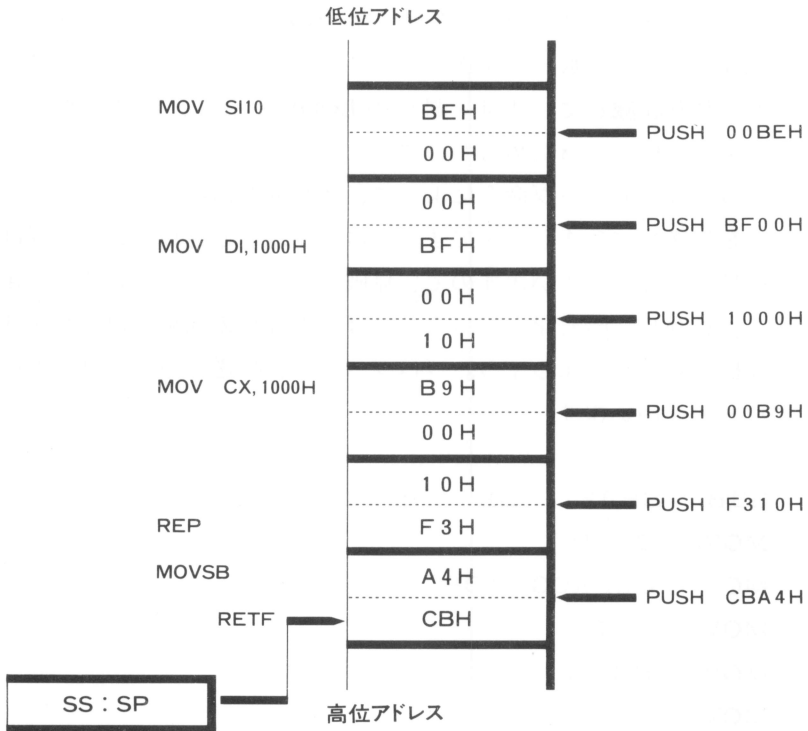
```
BE 00 00    MOV    SI,0
BF 00 10    MOV    DI,1000H
B9 00 10    MOV    CX,1000H
F4 A4       REP    MOVSB
CB          RETF
```

これらのコードを、直接PUSH命令を用いてスタックに積むのであれば、そのためのプログラムは以下のようになります。

```
MOV     AX, 0CBA4H
PUSH    AX
MOV     AX, 0F310H
PUSH    AX
MOV     AX, 00B9H
PUSH    AX
MOV     AX, 1000H
PUSH    AX
MOV     AX, 0BF00H
PUSH    AX
MOV     AX, 00BEH
PUSH    AX
```

さて、ここで気を付けなければならないのは、スタックの特性とPUSH命令の動作です。スタックは1個データが積まれるごとに低いアドレスのほうに下がっていきます。要するにスタックにプログラムを積むには、プログラムの末尾のほうから積まなければならないということです。また、PUSH命令は必ずワードデータをスタックに積みますが、その積まれる順番は上位から下位の順です。すなわち、レジスタAXがスタックに積まれるとする上記の例ではレジスタAH、レジスタALの順に積まれるわけです。このプログラムの動作を図示すれば、図3.3のようになります。

この方法では、スタックに積んでいるデータが定数であるので、それがプログラムとわからなければ、解読は困難になるわけです。

■図 3.3　スタックにプログラムを積む

もっとも、次の例のようにあらかじめメモリ上に存在するプログラムをスタックに積むのであれば、気付くのは早いはずです。

```
         LEA  BX,PROG_END-1 ;プログラムの末尾－1
         MOV  CX,6          ;プログラムのサイズ（ワード数）
_LOOP:   PUSH [BX]
         SUB  BX,2
         LOOP _LOOP
```

ここでレジスタBXに入れているのは(PROG_END−1)、転送するプログラムの最後の命令より1個手前のアドレスです。また、レジスタCXに入れているのは、命令のバイト数÷2の値です(すなわちワード数)。転送を末尾から行っているためにレジスタBXの内容は減じています。最後のLOOP命令は、再びスタックへデータを格納するためのものです。

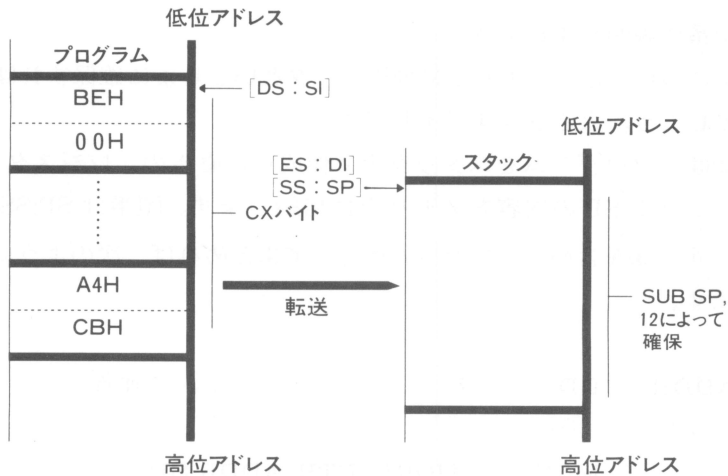
2つ目はストリング命令によって、スタック領域に一気にプログラムを転送してしまう方法です。プログラムを転送しているのがはっきりと見えてしまいますので、見破られやすくあまり勧められません。しかし、暗号化と組み合せればそれなりの効果は得られます。

同様に例を示しましょう。プログラムは、転送するターゲットの同じものを用います。

```
SUB   SP,12          ; プログラム領域を確保
MOV   DI,SP
MOV   SI,PROG_TOP
MOV   AX,SS
MOV   ES,AX
MOV   AX,12
REP   MOVSB
```

ここで気を付けることは、最初にレジスタSPの値を減じていることです。たんに転送を行っても、PUSH命令のように自動的にレジスタSPの内容を更新してくれないため、あらかじめレジスタSPの内容を、プログラムサイズのぶんだけ減じておくのです。これでスタック上にプログラムのための領域が確保されます。また、レジスタSSの内容をレジスタESへコピーしていますが、これはMOVSB命令が、レジスタDS, ESをセグメントベースとして転送

を行うのに対し、スタックは、レジスタ SS をセグメントベースとしているからです（図 3.4 参照）。

■図 3.4　スタックにプログラムを転送する

両者共プログラムの実行が終了してしまえば、スタック上の領域は不要になりますから、POP 命令を 6 回行うか、

```
ADD   SP,12
```

としてスタックを元に戻します。

さて、プログラムをスタックに置くことができたら、それを実行しなければなりません。しかし、プログラムがレジスタ CS をセグメントベースとした位置にないため、その実行には工夫が必要です。具体的には、ジャンプ先のアドレス（セグメント：オフセット）をメモリ上に格納しておき、そこに対して、セグメント外 CALL 命令を実行します。手順としては以下のようになります。

① メモリ上に、セグメントとオフセットを格納するための領域を確保する
② スタック上のプログラムの位置を得て、メモリ上に格納する
③ 格納した位置に対してセグメントCALLを実行する

順番に説明しましょう。

①については、メモリ上に他のデータといっしょに確保すればよいでしょう。大きさは4バイトです。

②は、プログラムをスタック上に作成した直後の、レジスタSSとレジスタSPの内容をメモリ上に格納します。順番はSP:SSとします。③を含めてプログラム例としてまとめれば、次のようになります。

```
ADDR    DD      ?

        MOV     WORD PTR ADDR,SP
        MOV     WORD PTR ADDR+2,SS
        CALL    ADDR
```

ここでは、呼び出しにセグメント外CALLを用いているため、スタック上のプログラムは、セグメント外RETによって復帰しなければなりません。

3.3 メッセージをプログラムに

○考え方

プログラムを解読しようとして、その先頭に、いきなり意味ありげにメッセージが存在したらどうするでしょうか。

このプログラムはおかしいのではないか？　それともロード方法が違っているのだろうか？　と感じれば、すぐに調べてみましょう。メッセージがプログラムになる場合だってあるのです。

○実現方法

基本的には、プログラムの先頭をメッセージにするのです。たとえば以下のようにです。

```
        ORG     0

START:
        DB      'Welcome...'
        .........
```

実行開始番地から、いきなりメッセージが置かれていれば、解読していて困惑するでしょう。しかし、なまじメッセージとしてのかたちに捕われているからで、これをプログラムとみなして正直に逆アセンブルし、実行を追ってみれば、きちんとしたプログラムへ続いているかも知れません。そこで、メッセージをプログラムとするための方法について説明しましょう。

メッセージをプログラムとするには、以下の方法が考えられます。

① 何もせずに通過する命令を集め、巧妙に組み合わせる
② 先頭にジャンプ命令を置く
③ プログラムとメッセージが一体化している極めて巧妙なもの

①はメッセージを、特に効果を持たない命令で構成し通過させてしまうものです。主に、メッセージに使用する文字がASCIIキャラクタのうちの英大文字ばかりであれば、特に気にすることもなく、メッセージを書くことができます。それは英大文字のコード41H～5AHが、INC, DEC, PUSH, POPなどの1バイトで構成される命令ばかりだからです。しかし、数字が混じれば、そのコード30H～39Hは、XOR, CMPなどの命令を表しますが、複数バイトで構成される命令であるため、メモリの一部分を変化させてしまったりする可能性があります。また英小文字が混じれば、そのコード61H～7AHは未使用命令であるか、条件分岐命令であったりしますので、扱いには注意が必要です。ちなみに8086で未使用であってもV30では有効な場合もあります。さらに注意してください。この条件分岐命令は②と③に関係します。

②は、先頭に故意にジャンプ命令が置かれており、メッセージをスキップしてしまうものです。メッセージが単なる威嚇の意味しか持たないため、あまり効果的でない場合もあります。ここで問題となるのはジャンプ命令のコードで、無条件ジャンプである場合には、ExHが先頭にくるため、ここに対応する文字は、ASCIIでグラフィック文字、シフトJISで第二水準の漢字（さんずい）となっています。共に使用頻度が少ないものですから、自然さを装うにはあまりふさわしくありません。そこで、先ほどの英小文字を用います。フラグの内容が一定していれば、条件分岐命令を用いてジャンプを行うことができます。

③は、ジャンプ命令などによる飛び越しを行わずに、メッセージとプログラムが一致しているという高度なものです。プログラムを構成しつつ、メッセージとしての意味も持たなければなりませんので非常に作成が困難です。

○サンプル

①と②について、それぞれ例を示します。

＜例1＞

メッセージ”WELCOME TO THIS WORLD.”がプログラムとして何も意味を持たず、続く位置に存在するプログラムに、そのまま流れが移ることを確かめます。まずメッセージがどのようなプログラムとなるかは、実際に打ち込んでみて、逆アセンブルするのが早いでしょう。

SYMDEB を使用してメッセージを打ち込み、逆アセンブルした例を図3.5として示します。

■図3.5 メッセージを意味のない命令で構成する

```
A>symdeb↵
Microsoft Symbolic Debug Utility
Version 3.01
(C)Copyright Microsoft Corp 1984, 1985
Processor is [8086]
-e 100 "WELCOME" 60 "TO" 60 "THIS" 60 "WORLD."↵   ―― メッセージを入力. スペースを60Hとしていることに注意
-d100↵   ―― ダンフしてみる
30B9:0100  57 45 4C 43 4F 4D 45 60-54 4F 60 54 48 49 53 60  WELCOME TO THIS
30B9:0110  57 4F 52 4C 44 2E 89 46-00 74 07 3D 81 00 75 14  WORLD..F.t.=..u.
30B9:0120  EB 1D 8A 46 06 30 E4 8B-F0 8A 84 7E 10 30 E4 25  k..F.0d.p..~..%
30B9:0130  04 00 75 0B E8 F3 F8 E8-2D 8C FF 46 04 EB AE 8B  ..u.hsxh-..F.k..
30B9:0140  36 AC 0D 8A 04 88 46 06-30 E4 8B F8 8A 85 7E 10  6,....F.0d.x..~.
30B9:0150  30 E4 25 02 00 74 08 81-3C 81 40 74 14 EB 1D 8A  0d%..t..<.@t.k..
30B9:0160  46 06 30 E4 3D 20 00 89-46 00 74 05 3D 09 00 75  F.0d= ..F.t.=..u
30B9:0170  0B E8 B6 F8 E8 F0 8B FF-46 04 EB C3 83 7E 04 00  .h6xhp..F.kC.~..
                                                               ―― メッセージに見える
-u100↵   ―― どのような命令で構成されているか
30B9:0100 57            PUSH    DI
30B9:0101 45            INC     BP
30B9:0102 4C            DEC     SP
30B9:0103 43            INC     BX
30B9:0104 4F            DEC     DI
30B9:0105 4D            DEC     BP
30B9:0106 45            INC     BP
```

さて、先頭からPUSH, INC, DEC命令が続き、最後にADD命令があります。ここで見てもらいたいのはコード60Hで、これは、スペース20Hの代りに用いられているのです。表示自体は変化しませんので、スペースの代用として十分使えるわけです。なぜ20Hを使わないかといえば、20HはAND命令の1バイト目であり、多くの場合、メモリの内容を書き換えてしまい危険だからです。

また最後の2EHですが、これはピリオドが対応します。2EHはレジスタCSによるセグメントオーバライドプリフィクスですから、続く命令に何が来ても差し支えないわけです。

なお、スタックの値が大幅に変化しますので、いずれレジスタSPの内容をきちんと設定してやる必要があります。

＜例2＞

メッセージ"welcome to this world!!"の先頭がジャンプ命令になっていることを確かめます。SYMDEBを使用してメッセージを打ち込み、逆アセンブルした例を図3.6として示します。

■図 3.6　メッセージの先頭にジャンプ命令を置く

```
A>symdeb⏎
Microsoft Symbolic Debug Utility
Version 3.01
(C)Copyright Microsoft Corp 1984, 1985
Processor is [8086]
-e 100 "welcome to this world!!"⏎  ――― メッセージを入力．小文字でなければならない
-u100
30B9:0100 7765          JA     0167  ――― ジャンフ命令だ．実行は後方に移る
30B9:0102 6C            INSB
30B9:0103 63            DB     63
30B9:0104 6F            OUTSW
30B9:0105 6D            INSW
30B9:0106 65            DB     65
30B9:0107 20746F        AND    [SI+6F],DH
30B9:010A 207468        AND    [SI+68],DH
-
```

先頭に JA 命令があり、0167H 番地へのジャンプが行われています。ここで問題となるのは、果して条件が成立するかどうかということですが、この命令の条件を参照すると、

CF OR ZF ＝ 0

となっています。つまり、CF と ZF が双方 0 であるときにのみ、分岐が行われるわけです。幸いなことにプログラム実行開始時には、すべてのフラグがクリアされていますから、条件が成立し分岐が行われることになります。

錯乱のためのテクニック

プログラムの解読を行っている最中に、プログラムがどこかへ行ってしまったり、また、いつのまにかプログラムが入れ替わってしまうというテクニックです。これは暗号化と並んで、すなおな解読が裏目に出るというものです。

4.1 自分自身を転送する

○考え方

スタック上にプログラムを転送するのに似ていますが、現在実行中である自らのプログラムをどこか遠くへ転送し、そこからまた、実行を始めてしまおうとするものです。解析する立場から見ると、あたかも別のプログラム領域に対して、ジャンプしているかのように見えます。

○実現方法

手段としては、単なるブロック転送で十分ですが、実行のつじつまを合わせるためには、ジャンプ方法に少し工夫が必要です。瞬時にジャンプを行うために、隠し命令であるレジスタ CS への、ダイレクト転送命令を用いるのがよいでしょう。

○サンプル

プログラムを転送し、MOV CS, AX 命令によってジャンプを行うサンプルを、SYMDEB のオペレーションにより図 4.1 として示します。

■図 4.1 プログラムを転送する

```
A>SYMDEB↵
Microsoft Symbolic Debug Utility
Version 3.01
(C)Copyright Microsoft Corp 1984, 1985
Processor is [8086]
-A↵                                          転送するプログラムを入力
2F71:0100 MOV SI,0
2F71:0103 MOV DI,1000
2F71:0106 MOV CX,1000
2F71:0109 CLD
2F71:010A REP
2F71:010B MOVSB
2F71:010C JMP 3071:500                       ジャンプ先(現在のCSに100Hを加えたセグメント)
2F71:0111
-A500↵                                       転送されるプログラムを入力
2F71:0500 MOV DX,510
2F71:0503 MOV AH,9
2F71:0505 INT 21
2F71:0507 INT 3
2F71:0508
-E510 "PROGRAM WAS TRANSFERED!!" 0D 0A "$"↵    メッセージを入力
-U3071:500↵                                  ジャンプ先を逆アセンブル
3071:0500 0000          ADD    [BX+SI],AL
3071:0502 0000          ADD    [BX+SI],AL
3071:0504 0000          ADD    [BX+SI],AL
3071:0506 0000          ADD    [BX+SI],AL    何もない
3071:0508 0000          ADD    [BX+SI],AL
3071:050A 0000          ADD    [BX+SI],AL
3071:050C 0000          ADD    [BX+SI],AL
3071:050E 0000          ADD    [BX+SI],AL
-G=100↵                                      実行
PROGRAM WAS TRANSFERED!!
AX=0924  BX=0000  CX=0000  DX=0510  SP=CF7E  BP=0000  SI=1000  DI=2000
DS=2F71  ES=2F71  SS=2F71  CS=3071  IP=0507   NV UP EI PL NZ NA PO NC
3071:0507 CC            INT    3
-U3071:500↵                                  プログラムの所在を確かめる
3071:0500 BA1005        MOV    DX,0510
3071:0503 B409          MOV    AH,09
3071:0505 CD21          INT    21
3071:0507 CC            INT    3
3071:0508 0000          ADD    [BX+SI],AL
3071:050A 83C402        ADD    SP,+02
3071:050D 5D            POP    BP
3071:050E C3            RET
-
```

4.2 自分自身にかぶせる

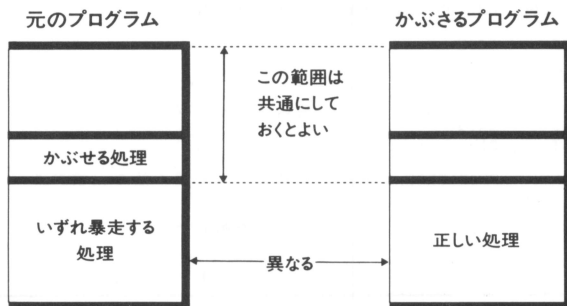
○考え方

実行中に異なるプログラムを自らの上にかぶせ、かぶさったプログラムを、何ごともなかったかのように実行するものです。

ここでは、かぶせ方がポイントです。

○実現方法

ひとえにかぶせ方につきますが、実行をいかに巧みに移すかも重要です。要するに、プログラムが入れ替わってもレジスタ CS、レジスタ IP は変化しませんから、つじつまの合うようにプログラムを配置すればよいのです。ここで、トラップを置くために元のプログラムの終端は無限ループに陥るか、またはどこかへ飛んでいってしまい、暴走してしまうのもよいでしょう。また、かぶさるほうも前半は必要ないわけですが、見破られないために、元のプログラムと同じ内容にしておくのもよいでしょう（図 4.2 参照）。

■図 4.2　プログラムをかぶせる

プログラムのかぶせ方には、いろいろな方法が考えられます。しかし、たんなるブロック転送ではなくディスクなど、外部から読み込むのがよいでしょう。

○サンプル

元のプログラムOVERA. COMが、実行中にかぶさるプログラムOVERB. COMを読み込んで、そこに実行を移す例を、2本のプログラムリストと共に図4.3として示します。ここでプログラムOVERA. COMは、ふつうのコマンドとして実行し、プログラムOVERB. COMは不可視属性などを施して、見えないようにしておくとよいでしょう。

■図4.3 OVERA. ASM ソースリスト

```
;
;*****************************************************************
;
;        OVERA.ASM
;
;        プログラムをかぶせるサンプルの，母体となるプログラム
;
;        このプログラムを実行中に，OVERB.COMを自らの上へ読み込み，
;        そちらに実行を移します．
;        カレントドライブ，カレントディレクトリにOVERB.COMのない
;        場合には，プログラムが無限ループに陥りますので注意して下さい．
;
;        COPYRIGHT(C) 1987 BY SHUWA SYSTEM TRADING CO.,LTD.
;
;        LAST MODIFIED ON FEBRUARY 5TH,1987
;
;*****************************************************************
;
CODE     SEGMENT
         ASSUME   CS:CODE,DS:CODE,ES:CODE,SS:CODE
;
         ORG      100H
;
OVERA    PROC
;
         LEA      DX,OPENING          ; 開始メッセージの表示
         MOV      AH,9
         INT      21H
;
         CALL     READ_PROG           ; プログラムを読み込み，被せる
;
INFINITE:
         MOV      AH,17H              ; ブザーを鳴らす
         INT      18H
         XOR      CX,CX
```

```
        LOOP    $
        MOV     AH,18H              ; ブザーを消す
        INT     18H
        XOR     CX,CX
        LOOP    $
        JMP     INFINITE
;
        ORG     200H                ; プログラムの頭を決定するための手段
;
READ_PROG       PROC    NEAR        ; プログラムを読み込み，被せる
        MOV     AH,3DH              ; ファイルのオープン
        MOV     AL,0
        LEA     DX,OVERB_COM        ; 被せるプログラムのファイル名
        INT     21H
        JC      READ_PROG_EXIT      ; オープンできないならば終了
;
        MOV     BX,AX               ; ファイルハンドル
        MOV     AH,3FH              ; プログラムの読み込み
        MOV     CX,200H             ; プログラムのサイズ
        MOV     DX,100H             ; 読み込む位置
        INT     21H
        JC      READ_PROG_EXIT      ; 読み込めないなら終了
;
        MOV     AH,3EH              ; ファイルをクローズ
        INT     21H
;
READ_PROG_EXIT:
        RET
READ_PROG       ENDP
;
OPENING DB      13,10
        DB      'このプログラム実行時にはOVERB.COMが必要です．'
        DB      13,10
        DB      'そのプログラムがない場合，本プログラムは暴走します．'
        DB      13,10,'$'
;
OVERB_COM       DB      'OVERB.COM',0       ; 被せるプログラムの名前
;
OVERA   ENDP
;
CODE    ENDS
;
        END     OVERA
```

■図 4.3　OVERA. COM　ダンプリスト

```
00000000 : 8D 16 1F 02 B4 09 CD 21 E8 F5 00 B4 17 CD 18 33  : 62F
00000010 : C9 E2 FE B4 18 CD 18 33 C9 E2 FE EB EE 00 00 00  : 90F

                0020Hから00FFHはすべて00H

00000100 : B4 3D B0 00 8D 16 87 02 CD 21 72 12 8B D8 B4 3F  : 695
00000110 : B9 00 02 BA 00 01 CD 21 72 04 B4 3E CD 21 C3 0D  : 58A
00000120 : 0A 82 B1 82 CC 83 76 83 8D 83 4F 83 89 83 80 8E  : 803
00000130 : C0 8D 73 8E 9E 82 C9 82 CD 4F 56 45 52 42 2E 43  : 775
00000140 : 4F 4D 82 AA 95 4B 97 76 82 C5 82 B7 81 44 0D 0A  : 711
00000150 : 82 BB 82 CC 83 76 83 8D 83 4F 83 89 83 80 82 AA  : 8A1
00000160 : 82 C8 82 A2 8F EA 8D 87 81 43 96 7B 83 76 83 8D  : 8D9
00000170 : 83 4F 83 89 83 80 82 CD 96 5C 91 96 82 B5 82 DC  : 8DE
00000180 : 82 B7 81 44 0D 0A 24 4F 56 45 52 42 2E 43 4F 4D  : 4C4
```

■図 4.3 OVERB. ASM ソースリスト

```
;
;*****************************************************************
;
;       OVERB.ASM
;
;       プログラムをかぶせるサンプルの,被さる方のプログラム
;
;       このプログラムは,OVERA.COMを実行させる際には,絶対に必要です.
;       カレントドライブ,カレントディレクトリにOVERB.COMを置いて
;       下さい.
;
;       COPYRIGHT(C) 1987 BY SHUWA SYSTEM TRADING CO.,LTD.
;
;       LAST MODIFIED ON FEBRUARY 5TH,1987
;
;*****************************************************************
;
CODE    SEGMENT
        ASSUME  CS:CODE,DS:CODE,ES:CODE,SS:CODE
;
        ORG     100H
;
OVERB   PROC
;
        LEA     DX,OPENING          ; 開始メッセージの表示
        MOV     AH,9
        INT     21H
;
        CALL    READ_PROG           ; プログラムを読み込み,被せる
;
        LEA     DX,ENDING           ; 終了メッセージの表示
        MOV     AH,9
        INT     21H
;
        MOV     AX,4C00H            ; プログラムを無事終了させる
        INT     21H
;
        ORG     200H                ; プログラムの頭を決定するための手段
;
READ_PROG       PROC    NEAR        ; プログラムを読み込み,被せる
        MOV     AH,3DH              ; ファイルのオープン
        MOV     AL,0
        LEA     DX,OVERB_COM        ; 被せるプログラムのファイル名
        INT     21H
        JC      READ_PROG_EXIT      ; オープンできないならば終了
;
        MOV     BX,AX               ; ファイルハンドル
        MOV     AH,3FH              ; プログラムの読み込み
        MOV     CX,100H             ; プログラムのサイズ
        MOV     DX,100H             ; 読み込む位置
        INT     21H
        JC      READ_PROG_EXIT      ; 読み込めないなら終了
;
        MOV     AH,3EH              ; ファイルをクローズ
        INT     21H
;
READ_PROG_EXIT:
        RET
READ_PROG       ENDP
;
OPENING DB      13,10
        DB      'このプログラム実行時にはOVERB.COMが必要です.'
        DB      13,10
        DB      'そのプログラムがない場合,本プログラムは暴走します.'
        DB      13,10,'$'
;
```

```
OVERB_COM           DB      'OVERB.COM',0       ; 被せるプログラムの名前
;
ENDING  DB          13,10
        DB          'プログラムは無事終了しました.
        DB          13,10,'$'
;
OVERB   ENDP
;
CODE    ENDS
;
        END         OVERB
```

■図 4.3　OVERB. COM　ダンプリスト

```
00000000 : 8D 16 1F 02 B4 09 CD 21 E8 F5 00 8D 16 91 02 B4  : 636
00000010 : 09 CD 21 B8 00 4C CD 21 00 00 00 00 00 00 00 00  : 2E9

                0020Hから00FFHはすべて00H

00000100 : B4 3D B0 00 8D 16 87 02 CD 21 72 12 8B D8 B4 3F  : 695
00000110 : B9 00 01 BA 00 01 CD 21 72 04 B4 3E CD 21 C3 0D  : 589
00000120 : 0A 82 B1 82 CC 83 76 83 8D 83 4F 83 89 83 80 8E  : 803
00000130 : C0 8D 73 8E 9E 82 C9 82 CD 4F 56 45 52 42 2E 43  : 775
00000140 : 4F 4D 82 AA 95 4B 97 76 82 C5 82 B7 81 44 0D 0A  : 711
00000150 : 82 BB 82 CC 83 76 83 8D 83 4F 83 89 83 80 82 AA  : 8A1
00000160 : 82 C8 82 A2 8F EA 8D 87 81 43 96 7B 83 76 83 8D  : 8D9
00000170 : 83 4F 83 89 83 80 82 CD 96 5C 91 96 82 B5 82 DC  : 8DE
00000180 : 82 B7 81 44 0D 0A 24 4F 56 45 52 42 2E 43 4F 4D  : 4C4
00000190 : 00 0D 0A 83 76 83 8D 83 4F 83 89 83 80 82 CD 96  : 6E6
000001A0 : B3 8E 96 8F 49 97 B9 82 B5 82 DC 82 B5 82 BD 81  : 98B
000001B0 : 44 0D 0A 24                                      : 07F
```

■図 4.3　OVERA. COM　実行例

```
A>OVERA↵ ─────────────────────── OVERB.COMがある状態で実行

このプログラム実行時にはOVERB.COMが必要です.
そのプログラムがない場合, 本プログラムは暴走します.

プログラムは無事終了しました. ───── うまくいく

A>DEL OVERB.COM↵ ──────────────── OVERB.COMを削除

A>OVERA↵ ─────────────────────── 再び実行

このプログラム実行時にはOVERB.COMが必要です.
そのプログラムがない場合, 本プログラムは暴走します. ───── 暴走した
```

4.3 自分自身を書き換える

○考え方

ブロック転送や上書きなどを用いずに、自分自身を小刻みに書き換えていこうというものです。

○実現方法

要するに、メモリの一部を書き換えればよいのですが、その書き換え方が問題です。以下のように書き換えてはいけません。

```
        MOV     AX,2500H
        MOV     BYTE PTR CS: [BX] ,25H
```

最小限、アドレシングモードに工夫をこらし、次のようなものにしましょう（ここでは、レジスタCS＝レジスタESとする)。目的のアドレスや書き込む命令も、定まりにくくなります。

```
        CALL    NEXT
NEXT:   PUSH    SP
        XCHG    BP,DI
        MOV     DI, [BP+2]
        LEA     DI, [BP+DI]
        MOV     AL,55H
        MOV     CX,1000H
        REPNE   SCASB
        ADD     CL,0D0H
        MOV      [DI] ,CL
```

5 ワナをかける

これまでは、プログラムを読みにくくする、つまり、いかにプログラムの解読をさせないかに、焦点を絞って解説してきましたが、ここではプログラムの解読はさせるが、大きなわなが待っているというテクニックについて紹介します。非常にトリッキーなものですので、皆さんは、読んでいてなるほどと思われることでしょう。

5.1 書き換えを無効にする

○考え方

プログラムを書き換えるというテクニックは、よく用いられるものです。暗号化や自分自身の上にプログラムをかぶせるというのはその一種ですが、これは、その書き換えを無効にするためのテクニックです。リストどおりに解釈したり実行を追ってみても、実際にCPU が行う命令はそれとは異なるのです。

実現方法

8086 にはプリフェッチキューというものがあります（資料編を参照）。ここでプリフェッチキューの働きについて詳しく説明すると、以下のようになります。

8086 は、大きく 2 つのブロックに分けることができます。1 つ目は実行ユニット（EU）、2 つ目はバスインタフェースユニット

(BIU) です。簡単にいえば、EU は命令を実行するブロック、BIU は命令の取り出しを含むメモリアクセスを行うブロックです。

ここで注目するのは EU と BIU の連携動作で、図 5.1 (8086 における 3 個の命令の実行のようす) にも示すように、EU が働いている間は BIU はひまなのです。特に除算命令などの長大な実行時間を要するものは、この傾向が顕著に現れます。

この、ひまな時間を利用して、あらかじめ次に実行するであろう命令コードを取り込んでおくことをプリフェッチといい、取り込んだ命令コードを格納する場所をプリフェッチキューといいます。

■図 5.1　EU と BIU の動作

命令	ステップ	EU	BIU	バス
MOV [BX], AL	実行	(実行)	フェッチ	アクティブ
	書き込み		書き込み	アクティブ
DIV [BX]	読み出し		読み出し	アクティブ
	実行	(実行)	フェッチ	アクティブ
ADD [DI], AL	読み出し		読み出し	アクティブ
	実行	(実行)	フェッチ	アクティブ
	書き込み		書き込み	アクティブ

図 5.1 について説明すると、まず除数をレジスタ BX によって示されるアドレスからロードします。このとき BIU はアクティブになり、メモリ上から要求されるデータを取り出して EU に転送します。EU はそれを受けて、内部レジスタを用いて除算を実行しますが、それにはけっこう時間がかかります。この間に BIU はプリ

フェッチキューの状態を見て、空きがあれば命令コードを前もってプリフェッチキューに取り込んでおくのです。このようにプリフェッチを行っておけば、除算命令が終了し、次の命令を実行する段階において、あらためて、BIUにメモリアクセスを行わせる必要がなくなります。メモリアクセスはCPU全体の処理から見た場合、比較的時間のかかる部類に属する仕事ですので、大きなメリットになるわけです。

さて、話を元に戻しましょう。ここでおさえておいてほしいのは、プリフェッチキューに蓄えられている命令コードは、JMP命令などのプログラムの流れを変える命令に出会わない限り、必ず実行されるという点です。これを利用すれば、たとえ、実行中の命令の次の命令を書き換えても、プリフェッチキューには、すでに書き換える前の命令が入っていますから、そちらが優先されて実行されるわけです。

具体的に確かめてみましょう。まずSYMDEBのA,Eコマンドを用いて、図5.2のようなプログラムを作成してみました。これは、ある位置で直後の命令を書き換え、書き換わった結果が有効であれば、“Program terminate normally(1)”とメッセージを表示して(SYMDEBが表示)、また書き換わった結果が無効であれば、“TRAPPED.”のメッセージを表示してそれぞれ正常終了するものです。図5.2中のプログラム、および実行手順を追ってください。

結果は、まず後者になるのがふつうです。この例において、プログラムの先頭で割り込みを禁止している点に注意してください。命令の実行中に割り込みが入ると、そこで割り込み処理ルーチンへのジャンプが行われるわけですから、プリフェッチキューの内容が破棄されてしまいます。

■図 5.2 書き換えを無効にする

```
A>SYMDEB↵
Microsoft Symbolic Debug Utility
Version 3.01
(C)Copyright Microsoft Corp 1984, 1985
Processor is [8086]
-A↵                                     テスト用のプログラムを作成
30B9:0100 MOV BX,106
30B9:0103 MOV BYTE [BX],C3              次のアドレスへ"C3H"を書く
30B9:0106 MOV AH,9
30B9:0108 MOV DX,200
30B9:010B INT 21
30B9:010D INT 3
30B9:010E
-E200 "TRAPPED!!" 0D 0A "$"↵            メッセージを入力
-G=100↵                                 ふつうに考えればそのまま終了するが…
TRAPPED!!                               プログラムは継続した
AX=0924  BX=0106  CX=0000  DX=0200  SP=CE36  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=30B9  ES=30B9  SS=30B9  CS=30B9  IP=010D   NV UP EI PL NZ NA PO NC
30B9:010D CC            INT     3
-U100↵                                  確認
30B9:0100 BB0601        MOV     BX,0106
30B9:0103 C607C3        MOV     Byte Ptr [BX],C3
30B9:0106 C3            RET     確かに書き換わっている
30B9:0107 09BA0002      OR      [BP+SI+0200],DI
30B9:010B CD21          INT     21
30B9:010D CC            INT     3
30B9:010E 7E10          JLE     0120
30B9:0110 30FF          XOR     BH,BH
-
```

○対処方法

現在、実行中のアドレスの直後を書き換えているようであれば、プリフェッチキューを利用してプロテクトがかけられている可能性があります。ここで問題となるのは、何バイト先まで有効なのかということですが、8086のプリフェッチキューは6バイトですから、最長でも6バイト先まで見ればよいことになります。そうすると、ほとんど1命令ないしは2命令とみなせます。

もっとも、このようなプロテクトをかけられた場合、かえって書き換えた結果を考えなくてもよいということになるため、この方法は気付きさえすればかえって単純だといえましょう。

5.2 バンク切り替えを使う

○考え方

PC−9801には、グラフィックVRAMが2ページ実装されており（ただしPC−9801/Uを除く）、これらはバンク切り替えによってどちらかを選択してアクセスするようになっています。当然ここにもプログラムを置くことができますが、ただ置いたのではおもしろくありません。そこで、2ページあるグラフィックVRAMのそれぞれにプログラムを置き、それらを切り替えて使おうというわけです。

○実現方法

PC−9801では、グラフィックVRAMのバンクをI/OアドレスA6Hで切り替えます。グラフィックVRAMのバンク番号を0，1とすれば、A6Hに0を出力したときはバンク0が、A6Hに1を出力したときにはバンク1が、それぞれ選択されます。具体的なオペレーションとしては、

```
MOV     AL,<バンク番号>
OUT     0A6H,AL
```

となります。A6HのほかにA4Hもありますが、これはCPUからのアクセスには特に関係なく、表示されるバンクを切り替えるためのもの、すなわちGDCに対するためのものなのです。

グラフィックVRAMには、それぞれ独立したプログラムを置き、それを、メインRAM上から呼び出して使用しても十分効果があります。それはプログラムを解読していても、プログラムで選択さ

れるべきバンクと、実際に解読されるバンクが一致しない可能性があるからです。しかし最も効果的なのは、プログラムをグラフィック VRAM 上で動作させている間に、グラフィック VRAM のバンクを切り替えてしまうものです。これだと、仮にバンク 0 でプログラムが走っている最中でも、バンク 1 へ切り替えられてしまえば、実行はバンク 1 上のプログラムへ移ります。このとき、バンク 0 のプログラムとバンク 1 のプログラムが互いに連携がとられていれば、何事もなかったように実行が継続されるわけです。

しかし、5.1 でも触れたように、8086 にはプリフェッチキューというものが存在します。その意味するところは、たとえバンクを切り替えてもプリフェッチキューには命令が残っており、しばらくは切り替える前のバンクのプログラムが実行されるということです。

ここで問題となるのは、いったい何バイトの命令が残るのかということですが、これについては図 5.3 のような実験をしてみました。参考にしてください。

まず実験用の環境を作成しますが、これは SYMDEB を用いてグラフィック VRAM 上に直接作成しています。その前に、環境を整えるため PSP をバンク 0・バンク 1 の両方にコピーし、セグメントレジスタ CS, DS, ES の内容をグラフィック VRAM のセグメントベースである A800H にセットしています（レジスタ SS は変更しないでください。レジスタ SP も同様です）。バンクの切り替えはOコマンドを用いています。

次にプログラムを作成しましたが、これもバンク 0 とバンク 1 の両方に作成しています。

ここで作成したプログラムに説明を加えますと、バンク 0 のプログラムは、レジスタ CX をクリアしたあとにバンク切り替えを行い、“INC CX”を 6 回実行して、バンクが切り替わっても何回レジスタ CX が増加されるかを、調べるためのものです。

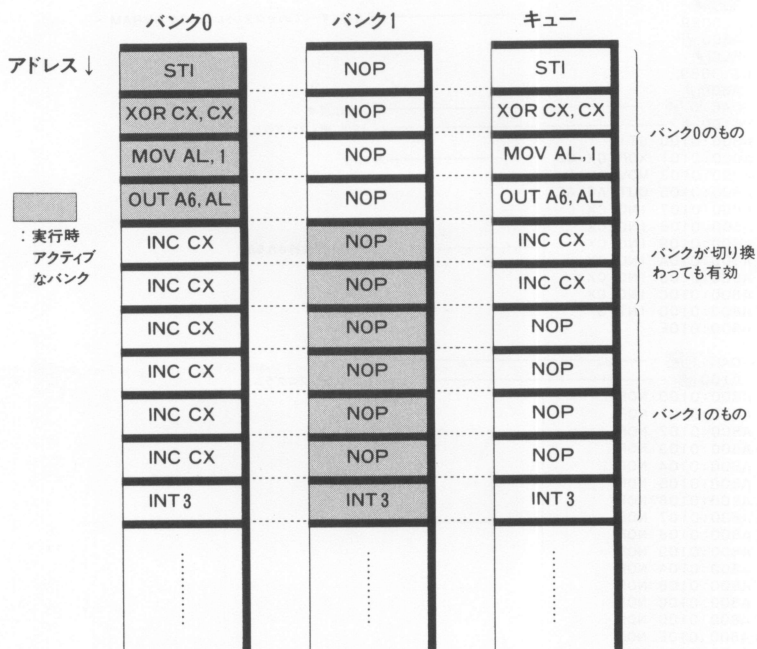
■図 5.3 バンク切り替えの実験

```
A>SYMDEB↵
Microsoft Symbolic Debug Utility
Version 3.01
(C)Copyright Microsoft Corp 1984, 1985
Processor is [8086]
-OA6 0↵                    ──バンク0を選択
-MO FF A800:0↵             ──PSPを作成
-OA6 1↵                    ──バンク1を選択
-MO FF A800:0↵             ──PSPを作成
-RCS↵
CS 30B9
:A800↵
-RDS↵
DS 30B9                    ──SSを除くすべてのセグメントレジスタをGVRAMへ
:A800↵
-RES↵
ES 30B9
:A800↵
-OA6 0↵                    ──バンク0に戻す
-A100↵                     ──バンク0に置くプログラム
A800:0100 STI
A800:0101 XOR CX,CX        ──カウンタ
A800:0103 MOV AL,1
A800:0105 OUT A6,AL
A800:0107 INC CX
A800:0108 INC CX
A800:0109 INC CX
A800:010A INC CX           ──これらが何回実行されるか
A800:010B INC CX
A800:010C INC CX
A800:010D INT 3
A800:010E
-
-OA6 1↵                    ──バンク1へ
-A100↵                     ──バンク1に置くプログラム
A800:0100 NOP
A800:0101 NOP
A800:0102 NOP
A800:0103 NOP
A800:0104 NOP
A800:0105 NOP
A800:0106 NOP
A800:0107 NOP              ──何もしない
A800:0108 NOP
A800:0109 NOP
A800:010A NOP
A800:010B NOP
A800:010C NOP
A800:010D NOP
A800:010E NOP
A800:010F NOP
A800:0110 INT 3
A800:0111
-OA6 0↵                    ──バンク0へ戻す
-G=A800:100↵    ──実行     ──2回実行された!
AX=0001  BX=0000  CX=0002  DX=0000  SP=CE36  BP=0000  SI=0000  DI=0000
DS=A800  ES=A800  SS=30B9  CS=A800  IP=0110   NV UP EI PL NZ NA PE NC
A800:0110 CC            INT     3
-U100↵
A800:0100 90            NOP
A800:0101 90            NOP
A800:0102 90            NOP
A800:0103 90            NOP
A800:0104 90            NOP
A800:0105 90            NOP
A800:0106 90            NOP
A800:0107 90            NOP
```

バンク1のプログラムは、先頭から10数バイトは“NOP”で続く“INT3”命令によって実行終了するものです。実行のようすを図示すると、図5.4のようになります。

■図5.4　バンク切り替え実行のようす

アドレス↓	バンク0	バンク1	キュー	
	STI	NOP	STI	バンク0のもの
	XOR CX, CX	NOP	XOR CX, CX	
	MOV AL, 1	NOP	MOV AL, 1	
	OUT A6, AL	NOP	OUT A6, AL	
	INC CX	NOP	INC CX	バンクが切り換わっても有効
	INC CX	NOP	INC CX	
	INC CX	NOP	NOP	バンク1のもの
	INC CX	NOP	NOP	
	INC CX	NOP	NOP	
	INC CX	NOP	NOP	
	INT 3	INT 3	INT 3	
	⋮	⋮	⋮	

（網掛け）：実行時アクティブなバンク

実行してみるとプログラムは正常に終了しますが、そのときに、レジスタCXの内容を確認すると0002Hとなっています。すなわちバンク切り替えを行っても、続く2バイトは有効であることを意味しているのです。同時に、切り替わったほうのバンクの2命令は、実行されないことを意味します。ただし、これはV30で実験した場合であり、8086,80286では3バイトという結果が出ました。これ

はCPUの内部サイクルの差と思われます。一般的にはバンク0のプログラム、バンク1のプログラムの両方に、"NOP"命令による緩衝帯を設けるとよいでしょう。しかし、これではヒントを与えていることになります。バンク切り替えによる実行の流れと、解読による実行の流れの異なることが望まれます。

具体的には、バンク切り替えの直後に2バイトのジャンプ命令を入れるとよいでしょう。

○対処方法

5.1と同様です。グラフィックVRAM上で動作しているプログラムがバンクを切り替えるような動作をしたら、その直後の命令に気を付けなければなりません。

5.3 タイマ割り込みを使う

○考え方

プログラムリストを追ったり、また実際にプログラムを実行させて追うときは、一般にそのプログラム以外の流れは気にしないものです。この方法はこのような盲点を突いたもので、ふいにプログラム実行の流れを変えてしまうものです。

○実現方法

タイマ割り込みを利用します。つまり、プログラムリスト上の流れ(これをメインストリームと呼びます)が実行されている間に、タイマによる割り込みを発生させて、実行をその割り込み処理ルーチンへ移してしまうのです。この移行は、プログラムリスト上では

察することが困難ですので、目くらましには最適です。

具体的な例を示す前に、タイマ割り込みの発生のさせ方について説明しておきましょう。PC−9801では、タイマ割り込みを発生させるLSIにμPD8253Cが搭載されています。μPD8253Cは3つのカウンタを持ち、機能は表5.5のように割り当てられています。

■表5.5 μPD8253Cの3つのカウンタの機能

番　　号	PC-9801/E/F/M	PC-9801U/VF/VM/UV/VX
カウンタ0	インターバルタイマ	インターバルタイマ
カウンタ1	DRAMリフレッシュ	内蔵スピーカ周波数設定
カウンタ2	RS-232C	RS-232C

ここで使用するのは、カウンタ0のインターバルタイマ機能です。μPD8253Cに適切なプログラミングを施せば、すぐにインターバルタイマが起動されますが、PC−9801ではタイマBIOSが提供されており、これを使用すればさらに起動が容易になります。ここではタイマBIOSの使用法について説明しましょう。

タイマBIOSは、割り込み命令“INT 1CH”によって呼び出します。このとき、以下のパラメータを与えます。

レジスタAH←02H
レジスタCX←タイムアウト値
レジスタBX←タイムアウト時の処理ルーチンのアドレス
（オフセット）
レジスタES←タイムアウト時の処理ルーチンのアドレス
（セグメント）

インターバルは10msに固定されていて、この時間が経過するたびに“INT 08H”の割り込みを発生します。このとき、レジスタCXに設定された値だけ割り込みが発生したら、レジスタES:BXによって指定されるタイムアウト処理ルーチンへ制御を移すことができます。ここでは、このタイムアウトの検出機能によって制御を移すのです。

具体例を示しましょう。実は、この方法で制御を移すには時間的な計算が必要となります。つまり、タイマを起動した段階で制御が移る時間がわかるわけですが、そのとき、制御が移る前に行っておかなければならないすべての処理は、終了していなければならないのです。必要な処理が終っていれば、プログラムは無意味な作業を行って、そのうちに割り込みが入るのを待てばよいのです。この無意味な作業には、何か意味ありげな複雑な演算などがよいのですが、ここでは例を簡単にするため、ダミーループを設けておき、ループの途中で割り込みによって脱出することにします。

さて、図5.6のSYMDEBによる例を参照してください。

プログラムは先頭でタイマを起動させ、あとはレジスタCXを二重に用いたダミーループを行っています。ダミーループが終了すればプログラムは終了し、SYMDEBのコマンド待ちとなります。

しかし、1秒（＝1000ms）後にタイムアウト割り込みが入ることになっていますから、続く領域に用意してあるブザーを5回鳴らすルーチンへ制御が移り、そこで無限ループに陥ってしまいます。

■図 5.6 インターバルタイマによる制御の移行

```
A>SYMDEB↵
Microsoft Symbolic Debug Utility
Version 3.01
(C)Copyright Microsoft Corp 1984, 1985
Processor is [8086]
-A100↵
2F79:0100 MOV AH,2
2F79:0102 MOV CX,64        ─── 1秒後に割り込みが入るよう設定
2F79:0105 MOV BX,200
2F79:0108 INT 1C
2F79:010A MOV CX,10
2F79:010D PUSH CX
2F79:010E XOR CX,CX
2F79:0110 LOOP 110
2F79:0112 POP CX
2F79:0113 LOOP 10E
2F79:0115 MOV AX,4C00
2F79:0117 INT 21
2F79:0119
-A200↵
2F79:0200 MOV CX,5
2F79:0203 PUSH CX
2F79:0204 MOV AH,17
2F79:0206 INT 18
2F79:0208 XOR CX,CX
2F79:020A LOOP 20A         ─── ブザーを5回鳴らす
2F79:020C MOV AH,18
2F79:020E INT 18
2F79:0210 XOR CX,CX
2F79:0212 LOOP 212
2F79:0214 POP CX
2F79:0215 LOOP 203
2F79:0217 JMP 217          ─── ループ
2F79:0219
-G=100↵                    ─── 1秒後にブザーがなる
```

○対処方法

このような方法でプログラムを実行している場合には、次の３点に注意します。

① インターバルタイマを起動していないか
② 無意味であると思われる動作を繰り返していないか
③ タイムアウト時の行方（インターバルタイマを起動している場合）

5.4 スタックを書き換える

○考え方

“わな”をかけるための最後のテクニックは、スタックを書き換えてしまうというものです。スタックには、サブルーチンからの戻りアドレスや各種レジスタの内容が積まれていることが多く、非常に重要な領域といえます。ここを操作してサブルーチンからの戻り先を変えたり、レジスタの内容を変えてしまおうというものです。

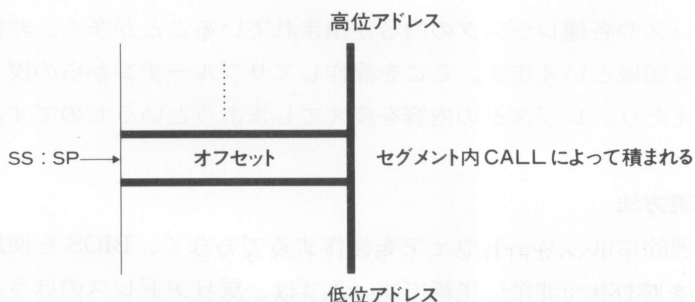
○実現方法

原理的には、ハードウェアを操作するでもなく、BIOSを使用するわけでもなく非常に単純です。まずは、戻りアドレスのほうから変えてみましょう。

今まで説明してきたとおり、サブルーチンの呼び出し（CALL命令、INT命令など）においては、戻るべきアドレスがスタックに積まれます。本来ならばここには、CALL命令かINT命令を実行した位置の、次の位置があるはずなのですが、ここを別の位置へ書き換えてしまうと、RET命令、あるいはIRET命令によって、本来戻るべきところには戻らず、どこか別のところへ戻ってしまいます。そして、この特性を利用し、多少手のこんだジャンプ命令にしてしまうのです。

原則として、スタックの操作はサブルーチン側で行います（というよりサブルーチンの側でしか操作できません）。サブルーチンが呼ばれた直後には、レジスタSPの指す位置に戻るべき位置のオフセットが積まれています。ただし、これはセグメント内CALLの場合で、セグメント外CALLの場合にはさらにセグメントベース

が、INT命令の場合には、さらにフラグレジスタが積まれています。ですから自分が呼ばれた形式を認識し、それに合った書き換えを行わなければなりません。ここでは、セグメント内CALLが行われたものとします。よって、書き換えは1ワードです。

■図 5.7 サブルーチンが呼ばれた際のスタック

まずはサブルーチンの定型を示しましょう。特に何も行わないのであれば、おおかた次のようになります。ここでは複雑さを増すために、何やら意味のありそうなことを行ってみましょう。

```
MOV    BP,SP
MOV    AX,<戻りオフセット値>
MOV    [BP],AX
RET
```

これだけでOKです。先頭でレジスタSPの内容をレジスタBPにコピーしていますが、これはレジスタSPがメモリへの代入などに使えないからです。レジスタBPは、特に指定しない限りレジスタSSをセグメントベースとしたメモリアクセスを行いますから、スタックを操作するなどという用途に適しているわけです。

次はレジスタの内容を書き換えてみましょう。この場合にはサブルーチンを呼び出す側とサブルーチンの側で、スタックにはどのようにレジスタが積まれてるのか、共通の認識を持つ必要があります。

サブルーチンを呼び出す側では、サブルーチンの呼び出しに際してはレジスタを待避したのですが、サブルーチンの側でそれを書き換えてしまったため、結果として、サブルーチンがレジスタを破壊したのと同じ効果を持つのです。すなわち待避が無駄になるわけで、待避が正常なものとして解読を行うと、どこかでつじつまが合わなくなります。

基本的には戻り位置の書き換えと同じです。ただし、サブルーチンの呼び出しより前にスタックに積まれたデータは、戻りアドレスより高位アドレスに存在しますから、スタックへの積まれ方を考慮して、アドレスを計算してやらなければなりません。仮にサブルーチンを呼び出す前に、レジスタ AX,BX,CX,DX の 4 つのレジスタを順にスタックに積んだとしましょう。このとき、サブルーチンが呼ばれた際のスタックのようすは、図 5.8 のようになります。

■図 5.8　サブルーチンが呼ばれた際のスタック

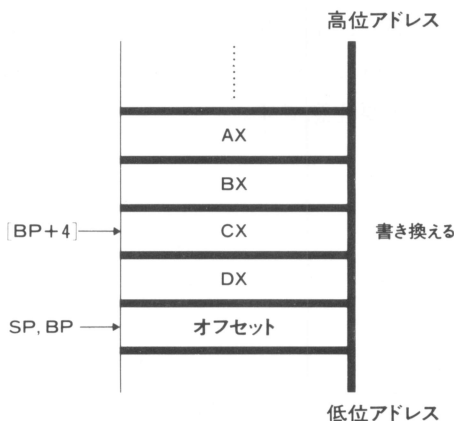



図5.8からも明らかですが、戻りアドレスの上にあるのはレジスタDXで、最も遠くにあるのはレジスタAXです。ここでレジスタCXのみを書き換えたければ、レジスタSPの内容に4を加えたものを書き換えのアドレスとすればよいわけです。このとき戻りアドレスを書き換えたように同様の例を示せば、次のようになります。

```
MOV     BP,SP
MOV     AX,[BP+4]
ADD     AX,10
MOV     [BP+4],AX
RET
```

レジスタAXを経由して、結果的にレジスタCXの内容が10増すようになっています。すなわちサブルーチンの呼び出しの前後で、スタックに待避したはずのレジスタCXの内容が、変化してしまうわけです。

○対処法

サブルーチン内部で、不要なスタックアクセスを行っていないかをチェックします。特に、戻りアドレスを越えてのアクセスが書き込みである場合には要注意です。

既存の知識を破棄させる

プログラムを動かしてさまざまな機能を使用するとき、それが標準的なシステムであれば、機能の詳細や使用法は、マニュアルやその他の資料によって明らかです。しかしそのことは、他人に理解されないプログラムを書くという点では不利になります。ここでは、すでにあるシステムを標準的なものではないようにし、既存の知識を無駄にするテクニックを紹介します。

6.1　割り込みベクタをすり替える

○考え方

PC−9801の持つさまざまな機能の多くは、ソフトウェア割り込み命令INTによって呼び出されます。INT命令のタイプに対応した機能というのは、OS添付のマニュアルや市販の資料類によっても明らかにされていますから、これを、そのままのかたちで用いたのでは不利になります。そこで、標準のシステムからINT命令のタイプと機能の対応を変化させて、解読をより困難にしようというものです。

○実現方法

ここで問われるのは考え方です。特にテクニックが問われるものではありません。既存の割り込みベクタの内容と、別の空いているベクタの内容とを交換すればよいのです。たとえば、有名な割り込

みである“INT 1BH”に対応したベクタの内容を、0F0Hのものへ変更して、代りに0F0Hのベクタの内容を1BHに設定します。次に具体的なプログラムを示しましょう。

```
XOR     AX,AX           ; 割り込みベクタのセグメントを設定
MOV     DS,AX
MOV     SI,2BH * 4      ; 1BHに対応したベクタアドレス
MOV     DI,0F0H * 4     ; F0Hに対応したベクタアドレス
MOV     AX, [SI]        ; オフセットアドレスを交換
XCHG    AX, [DI]
MOV     [SI] ,AX
MOV     AX, [SI+2]      ; セグメントベースを交換
XCHG    AX, [DI+2]
MOV     [SI+2] ,AX
```

これでベクタの交換が完了します。ベクタの交換を行う部分が多少複雑ですが、直線的なプログラムですので、すぐに理解することができるはずです。

この手続きを行っておけば、今まで“INT 1BH”で呼び出していたディスクBIOSに関連した機能も、“INT 0F0H”で呼び出せるようになります。また、この状態で”INT 1BH”を行えばタイプ0F0Hの機能が呼び出されますが、MS−DOSでは、ほぼ必ず”Int trap halt”のメッセージを表示し、システムは停止します。

○対処方法

まず、割り込みベクタが交換、もしくは書き直されていることに気付かなければなりません。次に、割り込みベクタを交換している箇所を捜すことです。多くの場合、書き換えはトリッキーな手段を用いていることが考えられますから、決して容易ではありません。

6.2 パラメータインタフェースを変える

○考え方

INT 命令によって BIOS などの機能を呼び出す場合、必ずといってよいほどパラメータを指定します。多くの場合、パラメータはレジスタに与え、そうでない場合でも、パラメータのある位置をレジスタに示させるということは多いようです。割り込みのタイプに対応した機能と同様、パラメータもマニュアル類で公開されていますが、この対応を崩せば、何が行われているかを推測することは難しくなります。割り込みタイプのすり替えを併用すればさらに効果的でしょう。

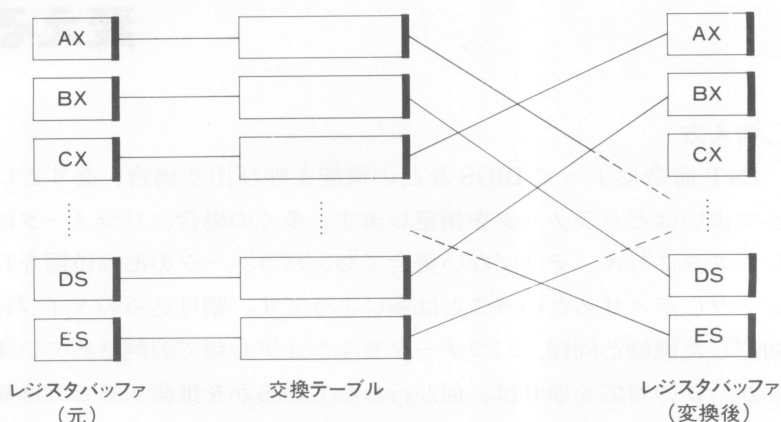
○実現方法

単純に書き換えればよいという問題ではなく、多少、処理内容が複雑になりますが、割り込みのロギングと同じ原理で、処理をいったん横取りし、必要な処理を行ったあとに通常の処理へ戻します。パラメータインタフェースの変更は、レジスタの交換で行うだけの簡単なものとします。

ロギングを行う部分は基礎編で書いていますので、ここではレジスタの交換についての説明を行い、簡単な例を示すことにします。

レジスタ交換を行うための簡単な方法は、交換テーブルを設けるものです。すなわち、呼び出し時のレジスタの内容を交換テーブルに入れ、交換テーブルから正規のレジスタへ内容を転送し、通常の割り込み処理に入ります。交換テーブルは、レジスタの内容を入れておくためのバッファと、対応を示したベクトルで構成されます。

これを図示しますと、図 6.1 のようになります。

■図 6.1　交換テーブル

交換はもっと複雑な過程を経て行ったほうがよいのですが、ここでは説明のため簡略化してあります。

さて、ここでのプログラム例はロギングを行ったとして作成しました。すなわち、本来の割り込みベクタの内容が待避され、新たな割り込みベクタの内容が設定されているとします。プログラム例としては、次ページ図 6.2 のようなものが適当でしょう。

呼び出し時のレジスタ値を格納するテーブルと、変換後のレジスタ値を格納するテーブルを用意し、さらに変換規則を置いたベクタテーブルを用意して交換テーブルを形成しています。

この方法は、割り込みのタイプを変更してから行うとさらに効果的でしょう。

■図6.2　ロギングを行ったプログラム例

```
... ... ...
REGS    STRUC              ; レジスタパックの構造を定義
_AX     DW      ?
_BX     DW      ?
_CX     DW      ?
_DX     DW      ?
_SI     DW      ?
_DI     DW      ?
_BP     DW      ?
_DS     DW      ?
_ES     DW      ?
REGS    ENDS
... ... ...
ADDR    DD      ?          ; 本来の割り込みベクタの内容が待避されている
... ... ...
SWAP_DATA1      DW      9 DUP(?)        ; 呼び出し時のレジスタ
SWAP_DATA2      DW      9 DUP(?)        ; ジャンプ時のレジスタ
SWAP_VECTOR     DW      SWAP_DATA2+2    ; AX→BX
                DW      SWAP_DATA2+10   ; BX→DI
                DW      SWAP_DATA2+8    ; CX→SI
                DW      SWAP_DATA2+4    ; DX→CX
                DW      SWAP_DATA2+16   ; SI→ES
                DW      SWAP_DATA2+12   ; DI→BP
                DW      SWAP_DATA2+6    ; BP→DX
                DW      SWAP_DATA2+14   ; DS→DS
                DW      SWAP_DATA2      ; ES→AX
... ... ...
ENTRY:                     ; 割り込みのエントリ(ベクタに設定されている)
        MOV     SWAP_DATA1._AX,AX       ; 各レジスタのセーブ
        MOV     SWAP_DATA1._BX,BX
        MOV     SWAP_DATA1._CX,CX
        MOV     SWAP_DATA1._DX,DX
        MOV     SWAP_DATA1._SI,SI
        MOV     SWAP_DATA1._DI,DI
        MOV     SWAP_DATA1._BP,BP
        MOV     SWAP_DATA1._DS,DS
        MOV     SWAP_DATA1._ES,ES
;
        LEA     SI,SWAP_DATA1   ; もとのレジスタ値があるテーブル
        LEA     BX,SWAP_VECTOR  ; 変換用のベクトル
        MOV     CX,9            ; レジスタの数
;
_LOOP:  MOV     AX,[SI]         ; レジスタ値を得る
        MOV     DI,[BX]         ; 格納先のアドレスを得る
        MOV     [DI],AX
        ADD     SI,2
        ADD     BX,2
        LOOP    _LOOP
;
        MOV     AX,SWAP_DATA2._AX       ; 各レジスタの復帰
        MOV     BX,SWAP_DATA2._BX
        MOV     CX,SWAP_DATA2._CX
        MOV     DX,SWAP_DATA2._DX
        MOV     SI,SWAP_DATA2._SI
        MOV     DI,SWAP_DATA2._DI
        MOV     BP,SWAP_DATA2._BP
        MOV     DS,SWAP_DATA2._DS
        MOV     ES,SWAP_DATA2._ES
;
        JMP     ADDR                    ; 本来の処理へジャンプ
```

7

プログラム実行のテクニック

プログラムを、ただ実行するのではおもしろくありません。ここでは、プログラムを実行する上で考えられるテクニックについて紹介します。

7.1 プログラムを並行実行する

○考え方

プログラムというものは多くの場合、頭から終りに流れます。

またジャンプ命令などがあれば、指定されるアドレスに流れるのがふつうです。実行されるプログラムは1個だけで、ふつうは2個以上のプログラムを同時に実行させることはできません。しかし大局的に見れば、同時に2個以上のプログラムを走らせることは可能です。それは実際にマルチタスクというかたちで実現されています。ここでは、プログラムを同時に複数個走らせるテクニックについて紹介します。

○実現方法

あまり大規模なものは、目的からいっても、あまり好ましくありません。用途を限定した簡易なものについて実現方法を示します。これはシングルステップ割り込みを用いたものです。

いままで見てきたとおりシングルステップ割り込みとは、プログラムを1命令実行するごとに発生する割り込みのことで、TFを1として発生させることができます。ここでは、シングルステップ割り込み処理ルーチンをマネージャ（管理を行うプログラム）として、プログラムの並行実行を可能にします。

原理を簡単に説明します。まず、プログラムA, Bと3つのプログラムがあったとします。それぞれが実行開始アドレス、フラグ初期値、レジスタ初期値をメモリ上に保持しておき、実行が開始されるべきアドレスを示しています。ここで、仮にプログラムAが実行されるとします。プログラムAが実行されると、1命令実行が終了したところで、シングルステップ割り込み処理ルーチン（以降Cとします）へ制御が移りますから、ここでは、プログラムAへの戻りアドレスとフラグをメモリ上へ待避します（先ほど実行開始アドレスを設定したところ）。戻りアドレスとフラグは、スタックから取り戻すことができます。また、各レジスタの内容もメモリに待避しておきます。そこでプログラムBに対する情報をスタックやレジスタへ戻し、プログラムBへ実行を移します。プログラムBが2命令実行を終了すれば、再び、プログラムAについて同様のことを繰り返します。ここで問題となるのはスタックですが、プログラムA, Bでは、異なる領域をスタックに設定しておかなければなりません。またCでは、あらゆるレジスタの破壊を禁じ、かつ割り込みを禁止しなければなりません。

○対処方法

同時に、プログラムが2個以上動いていることを見つけなければなりません。なお、この方法を用いている（手段は違う）ものは、最終的に、シングルステップ割り込み処理ルーチンからどこかへ、ジャンプしてしまいます。

○サンプル

同時に3つのプログラムを動作させるサンプルSINGLE. COMを図7.1として示します。実行すると画面の上下から中央に向かって画面が乱れ、中央から元に戻っていきます。つまり、画面の上下を異なるルーチンで制御しているのです。

■図7.1　SINGLE. ASM　ソースリスト

```
;
;*********************************************************************
;
;       SINGLE.ASM
;
;       シングルステップ割り込みを，タスク切替に使用するサンプル
;
;       画面が上下両方から変化し，またもとへ戻っていきます．これを
;       並行実行で実現しています．
;       今回は，処理を単純にするためにスタックに関しては併用と
;       している．
;
;       COPYRIGHT(C) 1987 BY SHUWA SYSTEM TRADING CO.,LTD.
;
;       LAST MODIFIED ON FEBRUARY 5TH,1987
;
;*********************************************************************
;
INFO    STRUC                   ; タスクごとの固有情報の格納領域の構造
_AX     DW      ?               ; レジスタAX
_BX     DW      ?               ; レジスタBX
_CX     DW      ?               ; レジスタCX
_DX     DW      ?               ; レジスタDX
_SI     DW      ?               ; レジスタSI
_DI     DW      ?               ; レジスタDI
_BP     DW      ?               ; レジスタBP
_IP     DW      ?               ; レジスタIP
_CS     DW      ?               ; レジスタCS
_DS     DW      ?               ; レジスタDS
_ES     DW      ?               ; レジスタES
_FLAGS  DW      ?               ; フラグレジスタ
INFO    ENDS
;
CODE    SEGMENT
        ASSUME  CS:CODE,DS:CODE,ES:CODE,SS:CODE
;
        ORG     100H
;
SINGLE  PROC
        JMP     MAIN
;
CUR_TASK        DW      ?               ; 現在動作させているタスク
TASKA_INFO      DB      (SIZE INFO) DUP(0)      ; タスクAの情報
TASKB_INFO      DB      (SIZE INFO) DUP(0)      ; タスクBの情報
;
MAIN:
        LEA     DX,OPENING              ; 開始メッセージの表示
        MOV     AH,9
        INT     21H
;
        MOV     AH,25H                  ; シングルステップ割込のベクタを変更する
```

```
        MOV     AL,1
        LEA     DX,SINGLESTEP
        INT     21H
;
        LEA     SI,TASKA_INFO
        LEA     DI,TASKB_INFO
;
        MOV     AX,CS                   ; セグメントをセット
        MOV     [SI]._CS,AX
        MOV     [DI]._CS,AX
        MOV     AX,DS
        MOV     [SI]._DS,AX
        MOV     [DI]._DS,AX
        MOV     AX,ES
        MOV     [SI]._ES,AX
        MOV     [DI]._ES,AX
        LEA     AX,BEGINA               ; プログラム実行開始アドレスをセット
        MOV     [SI]._IP,AX
        LEA     AX,BEGINB
        MOV     [DI]._IP,AX
        MOV     AX,100H                 ; フラグをセット(TFのみON)
        MOV     [SI]._FLAGS,AX
        MOV     [DI]._FLAGS,AX
;
        LEA     AX,TASKA_INFO           ; 最初に実行するタスクのアドレスをセット
        MOV     CUR_TASK,AX
        PUSHF                           ; TFをセット
        POP     AX
        OR      AX,100H
        PUSH    AX
        POPF
;
BEGINA  PROC                            ; タスクA
        MOV     AX,0A000H               ; テキストVRAMのセグメント
        MOV     ES,AX
        XOR     DI,DI                   ; タスクAは左から
        MOV     CX,160/2*25             ; 画面1行は160バイト,25行分
;
BEGINA_LOOP:
        PUSH    CX
        XOR     ES:WORD PTR [DI],0FFFFH ; 画面へ書き込み
        MOV     CX,10
        LOOP    $
        ADD     DI,2
        POP     CX
        LOOP    BEGINA_LOOP
;
        MOV     AX,4C00H
        INT     21H
;
BEGINA  ENDP
;
BEGINB  PROC                            ; タスクB
        MOV     AX,0A000H               ; テキストVRAMのセグメント
        MOV     ES,AX
        MOV     DI,160*25-2             ; タスクBは右下から
        MOV     CX,160/2*25             ; 画面1行は160バイト,25行分
;
BEGINB_LOOP:
        PUSH    CX
        XOR     ES:WORD PTR [DI],0FFFFH ; 画面へ書き込み
        MOV     CX,10
        LOOP    $
        SUB     DI,2
        POP     CX
        LOOP    BEGINB_LOOP
;
        MOV     AX,4C00H
```

```
        INT     21H
;
BEGINB  ENDP
;
SINGLESTEP      PROC            ; シングルステップ割り込み処理
        ASSUME  CS:CODE,DS:NOTHING,ES:NOTHING,SS:NOTHING
        STI                     ; 割り込みを禁止する
        PUSH    AX
        PUSH    BX
        PUSH    CX
        PUSH    DX
        PUSH    SI
        PUSH    DI
        PUSH    BP
        PUSH    DS
        PUSH    ES
        MOV     BP,SP
;
        CMP     CUR_TASK,OFFSET TASKA_INFO      ; 今のタスクを調べる
        LEA     SI,TASKA_INFO
        LEA     DI,TASKB_INFO
        JE      SAVE_INFO       ; タスクAの情報を待避
;
        XCHG    SI,DI
;
SAVE_INFO:                      ; 直前のタスクの情報を待避
        MOV     AX,[BP]         ; 各レジスタの内容を待避
        MOV     CS:[SI]._ES,AX
        MOV     AX,[BP+2]
        MOV     CS:[SI]._DS,AX
        MOV     AX,[BP+4]
        MOV     CS:[SI]._BP,AX
        MOV     AX,[BP+6]
        MOV     CS:[SI]._DI,AX
        MOV     AX,[BP+8]
        MOV     CS:[SI]._SI,AX
        MOV     AX,[BP+10]
        MOV     CS:[SI]._DX,AX
        MOV     AX,[BP+12]
        MOV     CS:[SI]._CX,AX
        MOV     AX,[BP+14]
        MOV     CS:[SI]._BX,AX
        MOV     AX,[BP+16]
        MOV     CS:[SI]._AX,AX
        MOV     AX,[BP+18]
        MOV     CS:[SI]._IP,AX
        MOV     AX,[BP+20]
        MOV     CS:[SI]._CS,AX
        MOV     AX,[BP+22]
        MOV     CS:[SI]._FLAGS,AX
;
RECOVER_INFO:                   ; 次のタスクに対して情報を提供
        MOV     AX,CS:[DI]._ES  ; 各レジスタの内容を次のタスクに対して復帰
        MOV     [BP],AX
        MOV     AX,CS:[DI]._DS
        MOV     [BP+2],AX
        MOV     AX,CS:[DI]._BP
        MOV     [BP+4],AX
        MOV     AX,CS:[DI]._DI
        MOV     [BP+6],AX
        MOV     AX,CS:[DI]._SI
        MOV     [BP+8],AX
        MOV     AX,CS:[DI]._DX
        MOV     [BP+10],AX
        MOV     AX,CS:[DI]._CX
        MOV     [BP+12],AX
        MOV     AX,CS:[DI]._BX
        MOV     [BP+14],AX
```

```
         MOV     AX,CS:[DI]._AX
         MOV     [BP+16],AX
         MOV     AX,CS:[DI]._IP
         MOV     [BP+18],AX
         MOV     AX,CS:[DI]._CS
         MOV     [BP+20],AX
         MOV     AX,CS:[DI]._FLAGS
         MOV     [BP+22],AX
;
         MOV     CS:CUR_TASK,DI          ; 現在のタスクをセット
         POP     ES                  ; 各レジスタの復帰とジャンプ
         POP     DS
         POP     BP
         POP     DI
         POP     SI
         POP     DX
         POP     CX
         POP     BX
         POP     AX
         IRET
SINGLESTEP       ENDP
;
OPENING  DB      13,10
         DB      'このプログラムは2個の処理の並行実行のサンプルです.'
         DB      13,10,'$'
;
SINGLE   ENDP
;
CODE     ENDS
;
         END     SINGLE
```

■図 7.1　SINGLE. COM　ダンプリスト

```
00000000 : EB 33 90 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  : 1AE
00000010 : 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  : 000
00000020 : 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  : 000
00000030 : 00 00 00 00 00 8D 16 A1 02 B4 09 CD 21 B4 25 B0  : 47A
00000040 : 01 8D 16 CD 01 CD 21 8D 36 05 01 8D 3E 1D 01 8C  : 49E
00000050 : C8 89 44 10 89 45 10 8C D8 89 44 12 89 45 12 8C  : 632
00000060 : C0 89 44 14 89 45 14 8D 06 8C 01 89 44 0E 8D 06  : 511
00000070 : AC 01 89 45 0E B8 00 01 89 44 16 89 45 16 8D 06  : 49C
00000080 : 05 01 A3 03 01 9C 58 0D 00 01 50 9D B8 00 A0 8E  : 482
00000090 : C0 33 FF B9 D0 07 51 26 81 35 FF FF B9 0A 00 E2  : 852
000000A0 : FE 83 C7 02 59 E2 EF B8 00 4C CD 21 B8 00 A0 8E  : 84C
000000B0 : C0 BF 9E 0F B9 D0 07 51 26 81 35 FF FF B9 0A 00  : 7AA
000000C0 : E2 FE 83 EF 02 59 E2 EF B8 00 4C CD 21 FB 50 53  : 90E
000000D0 : 51 52 56 57 55 1E 06 8B EC 2E 81 3E 03 01 05 01  : 437
000000E0 : 8D 36 05 01 8D 3E 1D 01 74 02 87 F7 8B 46 00 2E  : 4A5
000000F0 : 89 44 14 8B 46 02 2E 89 44 12 8B 46 04 2E 89 44  : 491
00000100 : 0C 8B 46 06 2E 89 44 0A 8B 46 08 2E 89 44 08 8B  : 44F
00000110 : 46 0A 2E 89 44 06 8B 46 0C 2E 89 44 04 8B 46 0E  : 40C
00000120 : 2E 89 44 02 8B 46 10 2E 89 04 8B 46 12 2E 89 44  : 477
00000130 : 0E 8B 46 14 2E 89 44 10 8B 46 16 2E 89 44 16 2E  : 424
00000140 : 8B 45 14 89 46 00 2E 8B 45 12 89 46 02 2E 8B 45  : 492
00000150 : 0C 89 46 04 2E 8B 45 0A 89 46 06 2E 8B 45 08 89  : 44B
00000160 : 46 08 2E 8B 45 06 89 46 0A 2E 8B 45 04 89 46 0C  : 408
00000170 : 2E 8B 45 02 89 46 0E 2E 8B 05 89 46 10 2E 8B 45  : 478
00000180 : 0E 89 46 12 2E 8B 45 10 89 46 14 2E 8B 45 16 89  : 47D
00000190 : 46 16 2E 89 3E 03 01 07 1F 5D 5F 5E 5A 59 5B 58  : 3FB
000001A0 : CF 0D 0A 82 B1 82 CC 83 76 83 8D 83 4F 83 89 83  : 7D1
000001B0 : 80 82 CD 32 8C C2 82 CC 8F 88 97 9D 82 CC 95 C0  : 98B
000001C0 : 8D 73 8E C0 8D 73 82 CC 83 54 83 93 83 76 83 8B  : 890
000001D0 : 82 C5 82 B7 81 44 0D 0A 24                       : 380
```

7.2 裏で本物を走らせる

○考え方

マルチタスクの考え方に似ていますが、今回はシングルステップ割り込みによって行われる処理が本物で、表で実行されるプログラムは偽物であるというものです。

○実現方法

最も簡単なのが、シングルステップ割り込み処理ルーチンを複数個用意するというものです。すなわち、シングルステップ割り込み処理ルーチンに、番号を①から付けるならば、1回目のシングルステップ割り込みで①が実行され、①には次に②が実行されるように、割り込みベクタを書き換えておきます。よって、次は②が実行されますが、②では次に③が実行されるように、同様に割り込みベクタを書き換えておきます。これを必要な回数だけ繰り返して、次々とプログラムが実行されるわけです。このとき、表では何か意味ありげな処理を行わせてカモフラージュします。

○サンプル

裏で表のプログラムを復元し動作させる、サンプルSINGLE2.COMを、実行例と共に図7.2として示します。

■図 7.2 SINGLE2. ASM ソースリスト

```
;
;*******************************************************************
;
;        SINGLE2.ASM
;
;        シングルステップ割り込みを，裏のタスクとするサンプル
;
;        裏のタスクは，表のタスクの暗号化を解きます.
;
;        COPYRIGHT(C) 1987 BY SHUWA SYSTEM TRADING CO.,LTD.
;
;        LAST MODIFIED ON FEBRUARY 5TH,1987
;
;*******************************************************************
CODE     SEGMENT
         ASSUME  CS:CODE,DS:CODE,ES:CODE,SS:CODE
;
         ORG     100H
;
SINGLE2 PROC
         JMP     MAIN
;
CUR_ADDRESS      DW      ?       ; 次に暗号化を解除するアドレス
;
MAIN:
         LEA     DX,OPENING      ; 開始メッセージの表示
         MOV     AH,9
         INT     21H
;
         LEA     SI,TOP          ; 自らを暗号化する
         MOV     DI,SI
         MOV     CX,256
         CLD
;
SECRET:
         LODSB
         XOR     AL,0AAH         ; 排他的論理和による暗号化
         STOSB
         LOOP    SECRET
;
         MOV     AH,25H          ; シングルステップ割り込みのベクタを変更する
         MOV     AL,1
         LEA     DX,SINGLESTEP
         INT     21H
;
         LEA     AX,TOP          ; 暗号化解除アドレスを設定
         MOV     CUR_ADDRESS,AX
         PUSHF                   ; シングルステップ割り込みをアクティブにする
         POP     AX
         OR      AX,100H
         PUSH    AX
         POPF
         NOP
         NOP
         NOP
         JMP     TOP
;
         ORG     200H
;
TOP:                             ; ここから256バイトは，暗号化されます.
         LEA     DX,MESSAGE1
         MOV     AH,9
         INT     21H
;
         LEA     DX,PROMPT1      ; 文字列を入力
         MOV     AH,9
```

```
        INT     21H
        LEA     DX,BUFFER1
        MOV     AH,10
        INT     21H
;
        LEA     DX,PROMPT2      ; 文字列を入力
        MOV     AH,9
        INT     21H
        LEA     DX,BUFFER2
        MOV     AH,10
        INT     21H
;
        LEA     SI,BUFFER1+2    ; 文字列を連結
        LEA     DI,BUFFER3+2
        MOV     CL,BUFFER1+1
        XOR     CH,CH
        REP     MOVSB
        LEA     SI,BUFFER2+2
        MOV     CL,BUFFER2+1
        REP     MOVSB
;
        MOV     AL,'$'
        STOSB
        LEA     DX,BUFFER3      ; 連結した文字列を表示
        MOV     AH,9
        INT     21H
;
        MOV     AX,4C00H        ; プログラム終了
        INT     21H
;
        ORG     300H            ; 破壊を逃れるため
;
SINGLESTEP      PROC
        PUSH    AX
        PUSH    BX
        PUSH    CX
;
        MOV     BX,CS:CUR_ADDRESS       ; 暗号化を解除する
        CMP     BX,OFFSET TOP+256       ; すべて暗号を解除したか?
        JAE     SINGLESTEP_EXIT ; 解除したなら終わり
;
        MOV     CX,8            ; 暗号を8バイト解除する
;
SINGLESTEP_LOOP:
        MOV     AL,CS:[BX]
        XOR     AL,0AAH
        MOV     CS:[BX],AL
        INC     BX
        LOOP    SINGLESTEP_LOOP
;
SINGLESTEP_EXIT:
        MOV     CS:CUR_ADDRESS,BX       ; 次に解除するアドレスをセット
;
        POP     CX
        POP     BX
        POP     AX
        IRET
SINGLESTEP      ENDP
;
OPENING DB      13,10
        DB      'このプログラムはシングルステップ割り込みを裏の処理に'
        DB      '用いたサンプルです。'
        DB      13,10,'$'
;
MESSAGE1        DB      '暗号化されているはずの部分を実行しています。'
                DB      13,10,'$'
;
```

```
PROMPT1 DB      13,10
        DB      '文字列を連結します．1番目の文字列を入力して下さい：'
        DB      '$'
;
PROMPT2 DB      13,10
        DB      '2番目の文字列を入力して下さい：'
        DB      '$'
;
BUFFER1 DB      16,?
        DB      16 DUP(?)
;
BUFFER2 DB      16,?
        DB      16 DUP(?)
;
BUFFER3 DB      13,10
        DB      32 DUP(?)
;
SINGLE2 ENDP
;
CODE    ENDS
;
        END     SINGLE2
```

■図 7.2　SINGLE2. COM　ダンプリスト

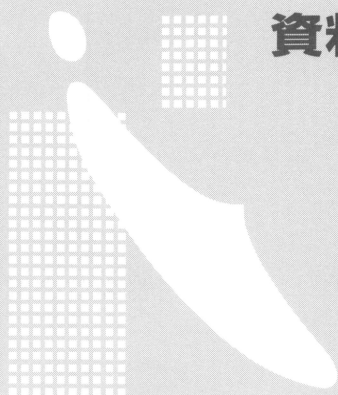
```
00000000 : EB 03 90 00 00 8D 16 25 03 B4 09 CD 21 8D 36 00  : 4B7
00000010 : 02 8B FE B9 00 01 FC AC 34 AA AA E2 FA B4 25 B0  : 8DA
00000020 : 01 8D 16 00 03 CD 21 8D 06 00 02 A3 03 01 9C 58  : 3C5
00000030 : 0D 00 01 50 9D 90 90 90 E9 C5 00 00 00 00 00 00  : 459

             0040Hから00FFHまですべて00H

00000100 : 8D 16 72 03 B4 09 CD 21 8D 16 A1 03 B4 09 CD 21  : 5B5
00000110 : 8D 16 FB 03 B4 0A CD 21 8D 16 D8 03 B4 09 CD 21  : 676
00000120 : 8D 16 0D 04 B4 0A CD 21 8D 36 FD 03 8D 3E 21 04  : 513
00000130 : 8A 0E FC 03 32 ED F3 A4 8D 36 0F 04 8A 0E 0E 04  : 5CD
00000140 : F3 A4 B0 24 AA 8D 16 1F 04 B4 09 CD 21 B8 00 4C  : 68A
00000150 : CD 21 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  : 0EE

             0160Hから01FFHまですべて00H

00000200 : 50 53 51 2E 8B 1E 03 01 81 FB 00 03 73 0E B9 08  : 490
00000210 : 00 2E 8A 07 34 AA 2E 88 07 43 E2 F5 2E 89 1E 03  : 54C
00000220 : 01 59 5B 58 CF 0D 0A 82 B1 82 CC 83 76 83 8D 83  : 700
00000230 : 4F 83 89 83 80 82 CD 83 56 83 93 83 4F 83 8B 83  : 7FF
00000240 : 58 83 65 83 62 83 76 8A 84 82 E8 8D 9E 82 DD 82  : 8A2
00000250 : F0 97 A0 82 CC 8F 88 97 9D 82 C9 97 70 82 A2 82  : 9B8
00000260 : BD 83 54 83 93 83 76 83 8B 82 C5 82 B7 81 44 0D  : 803
00000270 : 0A 24 88 C3 8D 86 89 BB 82 B3 82 EA 82 C4 82 A2  : 8DB
00000280 : 82 E9 82 CD 82 B8 82 CC 95 94 95 AA 82 F0 8E C0  : A6A
00000290 : 8D 73 82 B5 82 C4 82 A2 82 DC 82 B7 81 44 0D 0A  : 814
000002A0 : 24 0D 0A 95 B6 8E 9A 97 F1 82 F0 98 41 8C 8B 82  : 81A
000002B0 : B5 82 DC 82 B7 81 44 82 50 94 D4 96 DA 82 CC 95  : 99E
000002C0 : B6 8E 9A 97 F1 82 F0 93 FC 97 CD 82 B5 82 C4 89  : AD1
000002D0 : BA 82 B3 82 A2 3A 20 24 0D 0A 82 51 94 D4 96 DA  : 753
000002E0 : 82 CC 95 B6 8E 9A 97 F1 82 F0 93 FC 97 CD 82 B5  : AE5
000002F0 : 82 C4 89 BA 82 B3 82 A2 3A 20 24 10 00 00 00 00  : 570
00000300 : 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 10 00 00  : 010
00000310 : 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 0D  : 00D
00000320 : 0A 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  : 00A
```

資料編

資料編

1. CPU
2. OS
3. マシン

資料編では本書を読み進むにあたって、説明しておいたほうがよいと思われる知識についてまとめてあります。構成はCPU関連、OS関連、用語関連としてあります。なお本書においては、資料編を膨大にさせるのは目的に合わないため、説明は必要最小限に留めてあります。手元に適当な参考書を置いて、本書を読まれることをお勧めします。

1 CPU

ソフトウェアによるプロテクトは、プログラム自体がプロテクトともいえるのですから、それを破るにはプログラム＝CPU（命令セット）についての知識が不可欠です。ここではCPUについての資料から解説してゆきます。

1.1 搭載されるCPU

PC−9800シリーズ本体（PC−9801/E/F/M/U/VF/VM/UV/VX）のメインCPUは機種ごとに、次のように異なった種類のものが積まれています。

■8086

PC−9801/E/F/Mに積まれているのが8086です（正確にはi8086のセカンドソース、μPD8086）。ただし、PC−9801に積まれているのはクロック周波数5MHzのもので、その他の機種はクロック周波数8MHzのものが積まれています。兄弟プロセッサに8088があり、こちらはIBM−PC等に積まれています。

■V30

PC－9801U/VF/VM/UV/VX に積まれているのが通称 V30 と呼ばれる日本電気オリジナルの CPU です（正確には μPD80286)。ただし、PC－9801U に積まれているのはクロック周波数 8MHz のもので、その他の機種はクロック周波数 10MHz のものが積まれています。兄弟プロセッサに V20 があります。

■80286

PC－9801VX に積まれているのが 80286 です（正確には i80286 相当品）です。クロック周波数は 8MHz です。80286 には、プロテクションモードと 80286 モードと呼ばれる 2 つのモードがありますが、ここで取り扱うのは 8086 とほぼ動作が同じ 8086 モードです。

プロテクションモードは広大なメモリを必要とし、また保護機構が必要な OS(PC－UX など)で使用されます。

V30 と 80286 は、8086 を含むかたちで設計されたために、8086 用に作成されたプログラムであればほぼ完全に動作します。ここで“ほぼ完全に”と書いたのは、V30/80286(8086 モード)と 8086 には、その命令とアーキテクチャに微妙な差があり、細かな箇所で同じ動作をするとは限らないからです。たとえば V30 と 80286 には拡張命令があり、8086 にはない便利な命令を使用することができます（ビット操作、スタック操作命令など)。また 8086 のシフト命令と 80286 のシフト命令は、表向きは同じ命令でも細かな点で微妙な差があります。8086 で使える命令で、80286 では使えない命令があります。

また、決定的なのはCPU自体のパフォーマンスです。V30や80286では非常に高速に動作するため、周辺機器とのタイミングが合わないということも起こり得ます。たとえば㈱管理工学研究所の『松』ですが、V30の10MHzモードでは動作しません。8MHzに落として初めて動作します。これは『松』がGDCに対して直接書き込みを行っているためで、『松』は8086に対応するかたちでプログラミングされているため、V30では速すぎたのでしょう

一般に周辺LSIに書き込みを行った際、あるものは一定の待ち時間を設ける必要がありますが、これはソフトウェアでタイミングをとっているからです。

このような、CPUが異なることによる特性は、プロテクトに使用する上で役に立つことがあります。特に、機種を限定するようなプロテクトには最適です（実際の例については応用編を参照）。

1.2 メモリ管理

ここでは、8086のメモリの扱いについて触れます。

■セグメント

8086では、セグメントというメモリ管理方法を用いています。これは8086の持つ1MBのアドレス空間を、64KBごとに区切って管理するというもので、8085などの、8ビットCPUからの移行を容易にするというものです。

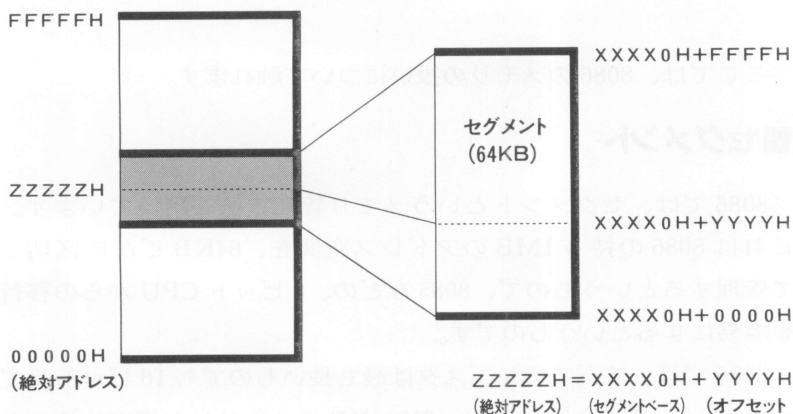
8086では、すべてのレジスタは最も長いものでも16ビット長です。16ビットでは最大64（=215）KBのメモリしか指定することができません。これでは1MBのアドレス空間をカバーすることが

できませんので、セグメントベースという64KBのメモリ空間のベースになる値を用意し、それを変化させることで、結果的に1MBのアドレス空間をカバーしようというものです。

セグメントベースは16バイトおき（パラグラフ単位といいます）にとることができます。セグメントベースも、実体は16ビット長のレジスタであり、1MBをカバーするために必要な20ビットに合わせるために、アドレス計算時には4ビット左へシフトする（16倍することと等価）という演算を施しています。これが、セグメントベースが16バイト＝4ビットおきにしか配置できない理由です。

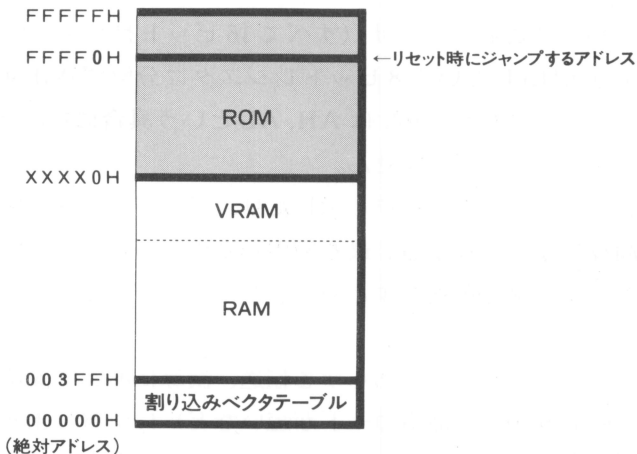
セグメントベースに対してそこからの距離はオフセットと呼ばれ、実際のアドレスの計算は以下のように行われます（図1.1参照）。

①セグメントベースを左へ4ビットシフト（16倍する）
②オフセットアドレスを加える

■図1.1　セグメント

■標準的なメモリレイアウト

8086には、標準的なメモリレイアウトというものがあります。それは、CPUの特性によって決められるものであり、オペレーティングシステムなどでは、それをふまえた上で動作することが要求されています（図1.2参照）。

図1.2では、ROMにあたる部分は網をかけてあります。1MBのアドレス空間において、もっとも低位には割り込みベクタテーブルが位置しています（00000H～003FFH）。この位置は固定されており、ユーザが自由に動かしたりすることはできません。しかし、続く領域はユーザが自由に使用することができます。ここまでがRAMで、RAMの最上位にはVRAMが置かれたりもします。

■図1.2　標準的なメモリレイアウト

RAMの上にはROMがきます。基本的にRAMは低位に、ROMは高位に位置するのがふつうで、これは8086のリセット時のジャンプアドレス（FFFFH:0000H,FFFF0H）に依っているのです。

もっと細かなメモリレイアウトは、OSによって決定されます。これについては後述します。

1.3 レジスタ

レジスタとは、CPU内部で一時的な、もしくは固定された目的のデータを保存するためのものです。ここでは、8086の持つレジスタについて触れましょう。

■汎用レジスタ

8086には、AX, BX, CX, DX, SI, DI, BP, SPと呼ばれる汎用的なレジスタが用意されています（すべて16ビット長）。このうち、前の4本はxH,xLという8ビットレジスタに分解できます（xはA, B, C, Dのいずれか。AXはAH, ALという具合に）。あとの4本は分割することができません。

汎用レジスタはメモリを指し示したり、データの保管に用いたり、各種の演算に用いたりする。最も使用頻度の高いレジスタ群です。

各レジスタの主な用途をまとめておきます。

AX　アキュムレータ。あらゆる転送、演算において優位（実行時間が短い、命令コードが短いなど）に位置します。また、アキュムレータのみを対象とした命令も存在することに注意してください。

ＢＸ　ベースポインタ。メモリを指す際のベースとして用いられます。

ＣＸ　カウンタレジスタ。ループカウンタやシフトカウンタに用いられます（シフトカウンタはＣＬのみ）。

ＤＸ　データレジスタ。データの保持用や乗除算命令における補助レジスタとして用いられます。

ＳＩ　ソースインデックス。メモリ転送の際のソースとして用いられます。

ＤＩ　ディスティネーションインデックス。メモリ転送の際のディスティネーションとして用いられます。

ＢＰ　ベースポインタ。ＢＸと同様にメモリを指す際のベースとして用いられますが、セグメントベースを、後述する SS とすることに注意してください。

ＳＰ　スタックポインタ。スタックの位置を指します。用途が限定されています。

これら汎用レジスタは、推奨される目的から外れた使い方をされるなど、かなりトリッキーな使い方があります。

また、同様に推奨される目的があることを知らずに、プログラミングされている場合もあります。注意が必要です。

■セグメントレジスタ

セグメントレジスタは、前述のセグメントベースを保持する目的で用いられるレジスタ群です。名称は CS,DS,ES,SS となっており、命令コードを取り出すセグメント（コードセグメント、レジスタ CS）、データを保持するセグメント（データセグメント、レジスタ DS, ES)、スタックに用いるセグメント（スタックセグメント、

レジスタ SS）のベースをそれぞれ保持します。セグメントレジスタは、ふつうに使用する限り、あまり操作することのないレジスタです。しかし、どの時点でどのセグメントレジスタがどのような値を持つのかは、常に把握している必要があります。そうでないと、間違った位置からデータを取り出したり、また格納してしまったりすることにもなるからです。

■特殊なレジスタ

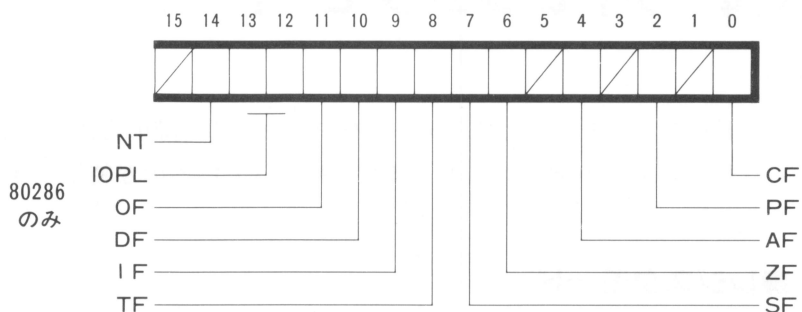
最後は、インストラクションポインタ（レジスタ IP）と呼ばれる命令実行位置を保持するレジスタと、フラグレジスタと呼ばれるフラグの集合体について説明します。インストラクションポインタは、レジスタ CS をセグメントベースとして、その中での命令取り出し位置を保持するものです。命令は、レジスタ CS:IP の組から絶対アドレスを求められ、そこから取り出されます。命令が取り出されると、命令の長さだけレジスタ IP の内容が増加します。

フラグというのは、各種演算などにおいてその状態が変化し、続く命令で演算結果など、参照できるようにするためのものですが、フラグの内容をまとめて扱えるよう、16 ビットのレジスタとしてまとめられています。フラグレジスタの構成は図 1.3 のようになっています。

それぞれのフラグは、以下のような意味を持っています。

CF　演算の結果、最上位ビットからの桁上げ、または最上位ビットへの桁借りが生じた場合に 1 となります。エラー発生の情報などを返す目的でも使用されます。

AF　演算の結果、下位から上位への桁上げ、または上位から下位への桁借りが生じた場合に 1 となります。算術補正命令

■図 1.3　フラグレジスタ

で参照されることのみで、外部で参照することはほとんどありえません。

ＺＦ　演算結果が０となった場合に１となります。

ＳＦ　演算結果が負となった場合に１となります。

ＯＦ　演算の結果、オーバフローが生じた場合に１となります。INTO命令で暗黙に参照されます。

ＰＦ　演算の結果、１であるビットが偶数個ある場合に１となります。あまり顔を出しません。

ＴＦ　シングルステップ割り込みを発生させたいときに１とします。これを設定する命令は特に存在しません。

ＩＦ　割り込みをマスクしたいときに１とします。ただしNMI（マスク不能割り込み）はマスクすることはできません。

ＤＦ　ストリング命令において、アドレス増減方向を減としたいときに１とします。

このうち、CF, AF, ZF, SF, OF, PFの６個は、演算の結果において自動的に設定されますが、あとのTF, IF, DFの３個は、要求に応じて設定してやる必要があります。

1.4 アドレシングモード

アドレシングモードとは、データをアクセスする際の方法を指定するものです。8086ではこれが多岐にわたっているのが特徴です。

■レジスタモード

レジスタとレジスタの間で転送を行うモードです。CPU内部で処理されるため、実行が非常に高速に行えるのが特徴です。

＜例＞　MOV　　AX,BX

■イミーディエイトモード

定数を扱うモードです。定数をレジスタ、あるいはメモリに転送する際に用いますが、定数自体は命令コードに含まれているため、そのぶん実行は高速です。

＜例＞　MOV　　AX,1000H

■メモリモード

メモリに対して転送を行うモードです。このとき、メモリを指し示す方法はいろいろあり非常に複雑です。一般にアドレシングモードといえばメモリモードを指し、メモリを指し示す際に使用できるレジスタは、

　　BX, BP, SI, DI

であって、定数も用いることができます。またレジスタとレジスタ、レジスタと定数、レジスタ・レジスタと定数、という組み合わせでアドレスを指定することもできます。許される組み合わせは、次のようになっています。

［定数］
［ＢＸ］
［ＢＸ＋定数］
［ＢＸ＋ＳＩ］
［ＢＸ＋ＳＩ＋定数］

ここでBXはBPに、SIはDIに置き換えることができます。一般にメモリをアクセスする際のセグメントベースは、レジスタDSが採用されます。ただし、例外がありレジスタBPを用いた場合には、レジスタSSがセグメントベースとして採用されます。

また、レジスタSPとレジスタIPも、メモリを指し示すのに用いることができますが、これらは用途が固定されており、レジスタSPが、レジスタSSをセグメントベースとしたスタック保持用、レジスタIPが、レジスタCSをセグメントベースとした命令ポインタ保持用として用いられています。PUSH, POP命令では、暗黙のうちにレジスタSPが参照され、JMP命令などでは、暗黙のうちにレジスタIPが参照されている、と考えることができます。

1.5 その他のことがら

そのほかに、CPU に関して知っておいたほうがよいことを列記します。

■リセット後の動作

8086 では、ハードウェアリセットが入るとセグメント FFFFH, オフセット 0000H で示されるアドレスへ自動的にジャンプします。ここに、マシンの初期化プログラムへのジャンプ命令を置いておくのがふつうです。

この時点で、レジスタ CS を除くすべてのレジスタは、0000H を値として持つように初期化されます。レジスタ CS は 0FFFFH となります。またフラグはすべてリセットされ、後述するプリフェッチキューは空になります。

■プリフェッチキュー

8086 には、命令の連続実行をスムーズに行うため、プリフェッチキューというものを用意して、ひまを見ては命令を前もって読み込んでおくという機構が備わっています。これは、除算命令などの多くの時間を要する命令において、演算中に、あらかじめ続く命令を取り込んでおくというもので、次に命令を実行するとき、改めて命令を読み込む必要がなくなり、効率のよい命令実行が可能になります。

プリフェッチキューの特性を応用すると、極めて高度なプロテクトが可能になります。具体的な内容については、応用編を参照してください。

■セグメントレジスタへの書き込み

8086には、セグメントレジスタへの書き込みを行った際、続く1命令が実行終了するまでは、割り込みが禁止されるという機構も備わっています。これはスタックの設定を1命令で行うことができないという、8086の命令セットからいえば当然のことですが、具体的な例をあげれば、次のようなことになります。

```
MOV   SS,STACK_SEG
MOV   SP,OFFSET STACK_BOTTOM
```

ここで1番目の命令では、スタックのセグメントがレジスタSSに設定され、スタックセグメントの移動は完了しますが、レジスタSPの値が不定であるため、メモリのない場所にスタックが設定されてしまうこともあり得ます。このようなときに割り込みが入れば、ほぼ100%の確率で暴走するでしょう。

8086では、このようなことを防ぐために、続くレジスタSPの設定が終了するまでは、割り込みを受け付けません。

■割り込みベクタテーブル

メモリレイアウトの項でも触れたように、00000Hから003FFHの領域は割り込みベクタテーブルとして予約されています。割り込みベクタテーブルは、00HからFFHのタイプを持つ割り込みに対

して、ジャンプ先のアドレスを並べたもので、図1.4のような構造を持ちます。

■図 1.4　割り込みベクタテーブル

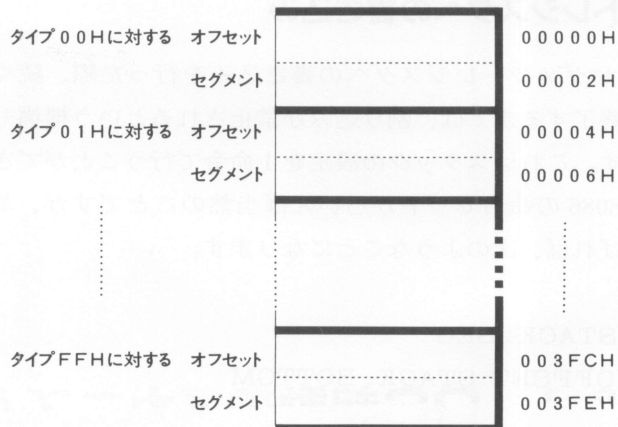



図1.4からもわかるように、1個の割り込みに対して4バイトの領域が確保されています。また順番としてはオフセット、セグメントの順となっています。割り込みのタイプとアドレスは1対1になっていますから、INT命令を用いずに、割り込み処理ルーチンを呼び出すことも容易です。

2 OS

現在、多くのアプリケーションはMS－DOS，DISK BASICといったOS（オペレーティングシステム）と呼ばれるプログラム上で動作します。中には、ゲームなどのようにOSを持たないものもありますが、ビジネス用の多くのアプリケーションは、MS－DOSかDISK BASICの上で動作します。プログラムを読むためには、CPU自体の知識のほかにOSの知識も重要です。

ここでは、OSについてのことがらを資料としてまとめておきます。

2.1 OS起動のメカニズム

OSを持たないゲームなどはどこから解読すればよいか、OS上で動作するソフトはどこから解読すればよいか、そのための知識を解説します。

■リセットイニシャル

本編1において、8086CPUはリセット時にFFFFH：0000Hで示されるアドレスへジャンプすると書きましたが、ここにはふつうマシンの初期化プログラムへの、セグメント外ジャンプ命令が書かれています。

初期化プログラムではメモリのチェック、周辺LSIなどの初期化とワークエリアへの値の設定などを行った後、ブートストラップローダと呼ばれるルーチンがコールされます。

■ブートストラップローダ

プログラムの初期化が終了すると、ブートストラップローダがコールされ、ディスクドライブの接続状況に合せて、IPL（イニシャルプログラムローダ）と呼ばれるプログラムをディスク上から読み込みます。IPLをディスク上から引っ張り上げるという動作から、ブートストラップという名称が付いているのです（ブートストラップとはブーツに付いているペラのことです）。

ブートストラップローダは、接続されているディスクドライブを順にチェックしますが、このとき優先順位というものが決められており、PC−9801ではメモリスイッチでこれを決定します。ふつうは1MBディスク（両用タイプ）、640KBディスク、1MBディスク（両用タイプでないもの）、320KBディスク、ハードディスクの順となっており、ディスクの挿入されていないドライブや、読み込みに失敗したドライブはスキップされ、最も早く見つけられた異常のないドライブから、IPLがロードされます。

ブートストラップローダはシステムにその位置が固定されており、ここをコールすることで、IPLの再読み出しを行うことも可能です。ブートストラップローダの位置と呼び出し法は、以下のようになっています。

位置： ＦＤ８０Ｈ：２７Ｅ８Ｈ
呼び出し法： セグメント外ＣＡＬＬ
呼び出し時の条件： ＤＳ←００００Ｈ

ＡＬ←ブートプライオリティ初期値
ＡＨ←ブートプライオリティ終了値

ブートストラップローダは、必ずセグメント外CALLによって行われなければなりません。また、レジスタの内容は保存されませんので、必要ならば呼び出し時に待避しておかなければなりません。ブートストラップローダが呼び出し可能であるということは、プログラム解析の大きな助けとなります。詳細は後述します。

ブートプライオリティとは、ブート対象のドライブと優先順位を指定するもので、ドライブの種類によって、以下の値を持ちます（値の小さいほうが優先順位は高い）。

０１Ｈ：　１ＭＢディスク（両用タイプのもの）
０２Ｈ：　640 ＫＢディスク
０４Ｈ：　１ＭＢディスク（両用タイプでないもの）
０８Ｈ：　320 ＫＢディスク
０ＡＨ：　５”ＨＤ（#０）
０ＢＨ：　５”ＨＤ（#１）

ブートプライオリティの初期値と終了値を、それぞれ04H,08Hとした場合、1MB両用ディスク、640KBディスク、ハードディスクへの読み出しは行われなくなり、かつ1MBディスク（両用でないもの）のほうに読み出しが試みられます。

なお、ブートストラップローダ呼び出し時には、INT 18H〜INT IBHに対する割り込みベクタを、最小限ROM BASICと同じものにしておく必要があります。内容は機種によって異なりますのであらかじめ調べておいてください。

■IPL（イニシャルプログラムローダ）

IPLは、ブートストラップローダによってディスク上から読み出され、メモリ上の1FC00H（1MB，640KBディスク）あるいは1FE00H（その他）の領域に読み出されます。読み出される量は前者で1024バイト、後者で512バイトです。正常なIPLの読み出しを期待するには、表2.1に示すIPLの形式を守る必要があります。

■表2.1　ＩＰＬの形式

立上げ可能装置番号	記録密度	セクタ長	セクタ数	バイト数	IPLロードアドレス	採用OS
0, 1, 2, 3	単密度	128	4	512	1FE0H：0000H	BASIC（1MBディスク）
		256	2			
		512	1			
	倍密度	256	4	1024	1FC0H：0000H	CP/M, BASIC（640KBディスク）
		512	2			MS-DOS（640KBディスク）
		1024	1			MS-DOS（1MBディスク）

IPLは、そのディスクのOSを決定するもので、DISK BASIC，MS−DOSなどで固有の内容となっています。IPLによってそのOSに固有のシステムコードがさらにロードされますので、実際の解析はIPLから行えばよいことになります。ただし、MS−DOSなどのOS上で動作するソフトなどは、IPLから解析することが無駄な場合も多いようです。

2.2 MS-DOSの構造

現在、MS－DOSはPC－9800シリーズを代表するOSです。MS－DOSの上では、各種ワープロソフト、データベースソフト、表計算ソフト、作画ソフトなど、多くのソフトウェアが動作していますから、プロテクト解析の際の、最も大きなターゲットといってよいでしょう。そこでOS個別の解説として、まずは、MS－DOSから解説してゆきます。

■構成するパーツ

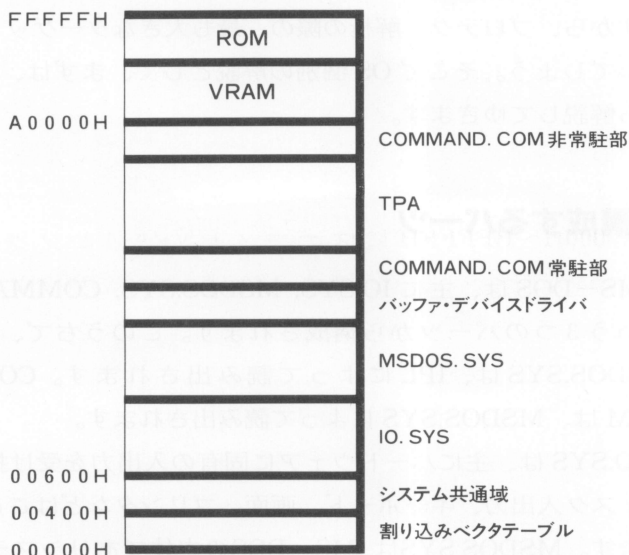
MS－DOSは、主にIO.SYS, MSDOS.SYS, COMMAND.COMという3つのパーツから構成されます。このうちで、IO.SYSとMSDOS.SYSは、IPLによって読み出されます。COMMAND.COMは、MSDOS.SYSによって読み出されます。

IO.SYSは、主にハードウェアに固有の入出力を受け持ちます。ディスク入出力、キーボード、画面、プリンタなどはここで制御されます。MSDOS.SYSは、MS－DOSの本体でありシステムコールなどを受け持ちます。最後に、COMMAND.COMはユーザの入力するコマンドを解釈して実行する部分で、コマンドプロセッサと呼ばれています。

他には、デバイスドライバや常駐コマンドが結合されている場合もあります。

■メモリレイアウト

MS－DOS 起動時のメモリレイアウトは、図 2.2 のようになっています（ただし version 3.10, PS98－127－XXX）。

■図 2.2　MS－DOS のメモリレイアウト

割り込みベクタテーブルの上には、システム共通域と呼ばれる PC－9801 本体の情報が格納されています。ここは特に MS－DOS とは関係ないところです。システム共通域の上には IO.SYS がロードされています。アドレスは 00600H に固定されています。IO.SYS の上には MSDOS.SYS がロードされます。ロードされる位置は IO.SYS のサイズによって異なります。ここで、デバイスドライバの指定があればデバイスドライバがロードされ、バッファの指定

があればバッファが確保されます。

続く領域には、COMMAND.COMがロードされます。このCOMMAND.COMは常駐部と非常駐部とに分れており、常駐部がMSDOS.SYS（デバイスドライバ等のある場合にはその上）に続く領域にロードされ、非常駐部はRAMの上限にロードされます。常駐部と非常駐部の中間はTPA（トランジェントプログラムエリア）と呼ばれ、ファイルのかたちで存在するプログラムは、ここにロードされて実行されます。

MS−DOSでは、RAMの上限は9FFFFHに制限されています。これは、MS−DOSを最初に採用したIBM−PCの仕様によっているものなので、PC−9801でもこれに従っており、動かすことはできません。

A0000H〜BFFFFHにはテキストVRAMとグラフィックVRAMが配置されます。それ以降の領域はROMとなっており、BASICインタプリタやBIOSが格納されています（実際は拡張用に予約されている部分が多い。また、PC−9801U以降の機種では拡張グラフィックVRAMが搭載される領域もある）。

■システムコール

OSを使用することによる恩恵は、システムコールを利用することができるということにあります。システムコールは、OSのサポートするほとんどの機能をユーザに開放したものであり、ユーザはそれを呼び出すことでファイル管理、メモリ管理などの高度な処理を、単純な手続きで使用することができるのです。

MS−DOSでは、システムコールはINT命令で呼び出すことになっています。MS−DOSの提供するシステムコールとその機能は以下のとおりです。

ＩＮＴ　２０Ｈ　………　プログラムの非常駐終了
ＩＮＴ　２１Ｈ　………　リクエストサービス
ＩＮＴ　２５Ｈ　………　アブソリュートディスクリード
ＩＮＴ　２６Ｈ　………　アブソリュートディスクライト
ＩＮＴ　２７Ｈ　………　プログラムの常駐終了
ＩＮＴ　２９Ｈ　………　特殊なデバイスへの１文字出力

INT 21Hについては、さらに細かな区分が必要となりますが、詳細については、本書の目的からそのすべてを解説するわけにはいきません。適当なMS−DOSの参考書を参照してください。実際、MS−DOSのシステムコールといえばINT 21Hを指します。

■プログラムのロードと実行

MS−DOSでは、プログラムの実行は、コマンドファイルをシステムコールによってロードすることによって行われます。実際は、ユーザが投入したコマンドをCOMMAND.COMが解釈し、必要な制御情報を作成したあとに、コマンドを実行するシステムコールを呼び出すのです。

コマンドの実行時には、PSP（プログラムセグメントプリフィクス）と呼ばれる256バイトのブロックが重要な意味を持ちます。PSPは、プログラム実行開始時のレジスタDS(ES)をセグメントベースとしたオフセット0000Hに配置されています。PSPの構成は、図2.3のようになっています。

PSPに含まれる情報の利用については、応用編で触れています。

コマンドは大きく２つの形式に分けられ、それぞれCOMモデル、EXEモデルと称されます。COMモデルとは、メモリ上にロード

されるそのままのかたちで、ファイルに納められているコマンドであり、EXEモデルとは、メモリ上にロードされる際の情報を先頭に含んだコマンドのことです。前者は比較的小規模なプログラムに、後者は大規模なプログラムに用いられます。

■図2.3　PSP

※　オフセット06Hからの1ワードにはセグメント内で有効なバイト数が入る(COMで有効)。
※※　環境を表す文字列の入っている領域のセグメント、オフセットは0。
※※※　2つのFCBは10Hバイトしか離れていないためどちらかが有効。
※※※※　DTAとして使うとパラメータの文字列は破壊される。

■DEBUG/SYMDEB

DEBUGとSYMDEBは、プログラム解読の際の助けとなる強力なデバッギングツールです。基礎編、応用編でもすでに登場していますが、資料編では、これらの起動法や機能について説明します。

○起動

起動は、MS−DOSのプロンプトが表示されている状態で、

A＞DEBUG⏎

または、

A＞SYMDEB⏎

とします。DEBUGはMS−DOS version 2.11で，SYMDEBはMS−DOS version 3.10で用いるのがよいでしょう（どのバージョンとの組み合わせも動作します）。

ここから、説明を簡略化するためにDEBUGをSYMDEBに含めます。機能的な違いについては、そのつど注釈を加えましょう。

○パラメータ

SYMDEBの起動時には、パラメータを与えることができます。このパラメータには、ふだんコマンドを起動するときとまったく同じものを与えます。たとえば、コマンドDUMPを、“README.DOC”というパラメータを与えた状態でデバッグできるようにするには、

A＞SYMDEB DUMP.COM README.DOC⏎

とします。気を付けなければならないのは、コマンド名には、必ず

拡張子までを含めた完全なファイル名を与えることです。環境変数PATHに設定してあるからといって省略することはできません。

これでプログラムDUMP.COMがメモリ上にロードされ、パラメータとして“README.DOC”が与えられた状態になっています。

SYMDEBでは、パラメータにシンボルマップファイルを与えることもできますが、ここでの目的とは関係がありませんので無視します。

○コマンド

SYMDEBが起動すると、プロンプトとして“－”が表示されています。ここでさまざまなコマンドを入力して、プログラムの実行を追跡し、また解析を行います。コマンドの機能については付録Aを参照してください。

コマンドは、プロンプトが表示されている状態で、

　　コマンド文字　パラメータ

の形式で入力します。パラメータについては、コマンドごとに書式が異なりますので、同様に付録Aを参照してください。

2.3 DISK BASICの構造

DISK BASICは、PC−9801本体に標準添付したOSであり、何もしなければ、DISK BASICが立ち上がるようになっています。ただし、この場合はROM−BASICといい、ディスクファイルに関する操作や、日本語処理に関する機能が削除されています。これらの機能を使用するには、DISK BASICのシステムディスクを使用する必要があります。システムディスクはディスクドライブを内蔵している機種であれば、標準で添付されているはずです。

■メモリレイアウト

DISK BASIC起動時のメモリレイアウトは、図2.4のようになっています（ただし、version 4.0,品番PC−98H47−MW(K)）。

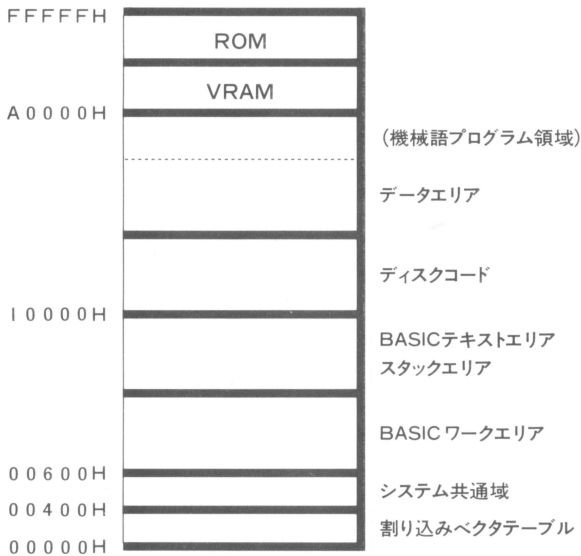
割り込みベクタの上には、MS−DOSと同様にシステム共通域と呼ばれるPC−9801本体の情報が格納されています。システム共通域の上には、DISK BASICのワークエリアが用意されています。

このワークエリアの上には各種I/Oバッファが用意され、その上がDISK BASICテキストの格納領域、およびシステムスタック領域となります。ここはアドレス0FFFFHまでで、その上にディスクコードと呼ばれるモジュールがロードされます。ディスクコードは、MS−DOSでいうIO.SYSなどと同様にIPLによって読み出されるものです。

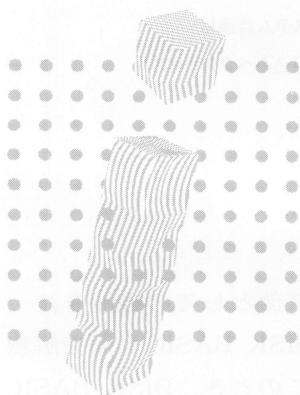
また、ディスクコードのサイズは、DISK BASICのバージョンその他の条件によって大きく異なります（ディスクコードが、新たなディスクコードを読み込む場合もある）。

ディスクコードの上にはデータエリアが存在します。DISK BASICでもRAMの上限は9FFFFHに制限されています。データエリアとRAMの上限の間には、CLEAR文によって機械語プログラム領域を設けることができます。

A0000H以降は、MS－DOSと同様です。

■図2.4　DISK BASICのメモリレイアウト

■プログラムのロードと実行

DISK BASICは、OSとしての機能と言語としての機能を持った特殊な環境です。言語としての機能はDISK BASIC言語を解釈し、逐次実行して行くというものです。このとき、DISK BASIC

プログラムはメモリに置かれて、キーボードから打ち込まれるか、LOADコマンドによってディスクからロードされます。またDISK BASICプログラムとは別に、機械語のプログラムも存在し、DISK BASICからCALL文やUSR関数によって呼び出すことができます。

マシン

実際のトリッキーなプログラムは、機械語自体でのアイデアもさることながら、マシンの機能を最大限に利用している場合も多いようです。そこで、マシンについての基礎的な知識が必要となるわけですが、ここでは、そのことについて資料として軽くまとめておきましょう。

3.1 割り込み

PC−9801のサポートする割り込みは多岐にわたり、それぞれが多彩な機能を持っています。また、ハードウェアによって自動的に発生する割り込み（ハードウェア割り込み）と、INT命令によって発生させる割り込み（ソフトウェア割り込み）があり、これを知っているのと知らないのとでは、解読において大きな差が出ます。

どの割り込みタイプにどのような機能が割り当てられているかは、使用するOSによっても異なりますが、表3.1としてMS−DOS, DISK BASICのそれぞれについてまとめておきます。双方で機能が共通の場合は、OS不使用時にも使用可能な場合が多いようです。

ハードウェアの違い（機種の相違、拡張ボードの有無など）によっても、割り込み機能には差が出ます。

PC−9801においてサポートされる割り込みの一覧は、付録Bとしてまとめてあります。付録Bに示したものはあらゆるOSが動作していないときのものであり、BASICやMS−DOSが動作すると、新たに割り込みが定義されたり、また内容が変更されたりします。

3.2 I/O

割り込みによってサポートされていない機能を使用する場合は、その機能をサポートするハードウェアに対して直接アクセスを行う必要がありますが、そのときに必要なのがI/Oに対する知識です。

ふつうハードウェアに対するアクセスは、I/Oによって行われるからです。

I/Oに関してはOSによる違いの出ることはまずなく、違いが出るのは機種の相違、拡張ボードの有無などです。PC−9801におけるI/Oの一覧は、付録Cとしてまとめてあります。

3.3 その他のことがら

その他の事項として、重要なことがらをあげておきます。

■メモリスイッチ

メモリスイッチは、選択可能な項目に関してユーザが行った設定を保持するためのもので、ソフトウェアによる設定が可能で、かつ電源を落としても、長期にわたってその内容が保持されるというも

のです（不揮発性メモリが使用されている）。メモリスイッチは、アドレスA3FE2H，A3FE6H，A3FEAH，A3FEEH，A3FF2H，A3FF6Hの6個が設けられており、それぞれはSW1～SW6と名前が付けられています。

メモリスイッチの機能についての詳細は、本体添付のユーザーズマニュアルを参照することにして、ここではメモリスイッチの読み出し／設定の方法について説明しましょう。

メモリスイッチは不揮発性のメモリですが、通常は読み出しのみが許可されており、書き込みは行っても無視されます。書き込みを行えるようにするには、I/Oポートの68Hに0DHを出力します。これでメモリスイッチが書き込み許可状態になり、メモリスイッチへの書き込みは有効となります。再び書き込み禁止の状態に戻すには、同じくI/Oポートの68Hに0CHを出力します。

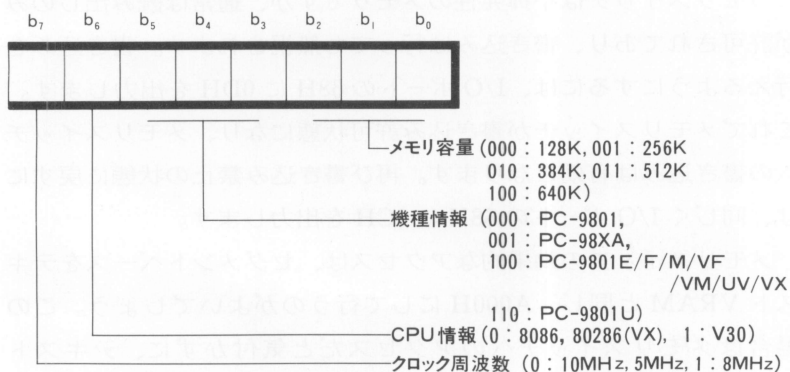
メモリスイッチの効果的なアクセスは、セグメントベースをテキストVRAMと同じ、A000Hにして行うのがよいでしょう。この場合はメモリスイッチへのアクセスだと気付かずに、テキストVRAMへのアクセスだと思われる可能性大です。

■機種・CPU・クロック判別

PC－9800シリーズの本体（カタログにはCPUと記載されている）には、現時点でPC－9801からPC－9801VXまで、さまざまなバリエーションが存在します。しかし、これらすべてに対応したプログラムを作ったり、また機種を限定して動作させたいときには、機種判別を行わなければなりません。また、CPUによって動作を変更したり、クロックによってタイミングのとり方を変えるなどするときには、それぞれCPU判別、クロック周波数の判別を行わなければなりません。そこで、ここでは機種判別、CPU判別、クロ

ック周波数判別のための情報について説明します。

それぞれの判別を行うには、まずシステム共通域に含まれる 0000H：0501H の1バイトを参照すればよく、機種情報のほか、CPU 情報やクロック周波数の情報が含まれています。このアドレスの構成は、図3.1のようになっています。

■図3.3　0000H：0501H の構成

まず機種の判別を行い、そこからCPUやクロック周波数の判別を行うのが順序です。機種の判別には、図3.3からもわかるようにビット5〜3を見ればよく、この値によりPC−9801, PC−98XA, PC−9801E/F/M/VF/VM/UV/VX, PC−9801Uの範囲で判別を行うことができます。ここでは、かなりあらっぽい判別しか行えませんが、後述するCPU情報や、クロック周波数の情報を組み合わせて、最終的な機種を決定します。

機種がわかればCPUの判別です。判別にはビット6を見ます。ここで注意しなくてはならないのは、機種によってCPUとビット値の対応が異なるということです。特に問題となるのは、PC−

9801E/F/M/VF/VM/UV/VX のどれかであるという場合で、PC−9801E/F/M では 8086 のみの搭載、PC−9801VF/VM/UV では V30 のみの搭載、PC−9801VX では、V30 と 80286 の両方を搭載しているということで、1 ビットでは 3 つの情報を表すことができません。そこで、8086 と 80286 の情報を重ねて、同時に 2 つの CPU を表現することにします。ところが、PC−9801E/F/M と PC−9801VX の 80286 モードを判別することはできません。解決については後述します。

次にクロック周波数を判別します。判別にはビット 7 を見ます。クロックが切り替えられる機種の場合、5MHz と 8MHz, 8MHz と 10MHz の 2 通りの切り替え方式を持ちますが、CPU と同様、情報の表現に 1 ビットしか使用できないため、5MHz と 10MHz を兼ねています。しかしこれは問題なく、8086 と V30 を判別すれば、おのずからクロック周波数も限定することができます。

さて、8086 と 80286 の区別ですが、同じ命令でありながら動作が微妙に異なる、という命令を実行させてみればすぐにわかります。これは、PUSH SP 命令を用いればよく、8086 と 80286 で動作が異なるという特性を応用して CPU の判別を行います。具体的には、次のプログラムを参照してください。

```
MOV   AX,SP
PUSH  SP
MOV   BP,SP
CMP   AX, [BP]
POP   SP
```

このプログラムが実行された時点で、ZF = 0 であれば 80286、ZF = 1 であれば 8086 です（V30 も同じ）。なぜこのような違いが

生じるのかというと、8086ではレジスタSPの内容をスタックにプッシュしてから、レジスタSPを減じるのに対し、80286では、レジスタSPの内容を減じたあとに、スタックへのプッシュを行います。すなわち、前者ではスタックに積まれている内容とレジスタSPの内容が異なるのに対し、後者では等しくなり、よってCPUの判別が行えるわけです。

■メモリサイズ

メモリサイズを知っておくと、バッファの確保などに役立つ場合があります。メモリサイズにはユーザがメモリスイッチに設定するものと、システムが実際にチェックして、システム共通域に設定するものがあります。どちらを優先すればよいかといわれれば後者を優先したほうがよいでしょう。なぜなら、前者はあくまでもユーザが設定するものであり、メモリ増設を行っていなくても設定を多めにしておいたり、またメモリを減らしたのに設定を忘れている可能性もあるからです。万一メモリに異常があった場合でも、後者ではメモリチェックを行って、正常な部分のみが設定されます。

システムが調査したメモリサイズは、機種情報その他と同時に得ることができます。すなわち0000H：0501Hを参照し、ビット2〜0を調べます。値とサイズの関係は、図3.3を参照してください。

なおシステム調査によるメモリサイズは、ユーザの設定したメモリサイズを越えて設定されることはありません。

APPENDIX

付録

A. SYMDEB機能一覧

ここでは、MS−DOS上のツールであるSYMDEBについて、その機能を一覧として示します。なお、一覧中の略語は以下の意味を持ちます。

名前	意味
SYMBOL	シンボルファイルからのシンボルです。
LINE	行番号を意味します。ソースデバッグを行っているときにのみ意味があります。
NUM	数値を表します。数値には以下に示すサフィックスを付加することで、数値の型を変えることができます。 Y　：2進数 O，Q：8進数 T　：10進数 H　：16進数（省略可） DEBUGでは、数値はすべて16進数です。
ADDR	アドレスを表します。アドレスは、 セグメント：オフセット の形式か、 オフセットアドレス のみの形式で指定します。
RANGE	アドレスの範囲を表します。範囲は、 <ADDR> <ADDR> の形式か、 <ADDR> L <NUM>
STRING	文字列を表します。文字列は、’か”でくくります。その文字そのものを表すには、文字を2個続けます。

名前	意　味
EXP	式を表します。式中には、以下の演算子を使用することができます。 単項演算子：＋，－，NOT，SEG，OFF,BY，WO，DW，POI， PORT，WPORT 二項演算子：＊，／，MOD，：，＋，－，AND，XOR，OR
TYPE	型を表します。型には以下の文字を使用することができます。 A：アスキー文字列 B：バイト W：ワード D：ダブルワード S：単精度浮動小数点実数（4バイト長） L：倍精度浮動小数点実数（8バイト長） T：10バイト浮動小数点実数
LIST	数値のリストを表します。
PORT	I／Oアドレスを表します。

書　式	機　能	
?	コマンド一覧の表示	—
Q	SYMDEBの終了	○
D＜TYPE＞＜ADDR＞ D＜TYPE＞＜RANGE＞	メモリのダンプ	○
E＜TYPE＞＜ADDR＞＜LIST＞	メモリ内容の変更	○
I＜PORT＞	ポートからの入力	○
O＜PORT＞＜NUM＞	ポートへの出力	○
A＜ADDR＞	アセンブル	○
U＜ADDR＞ U＜RANGE＞	逆アセンブル	○
C＜RANGE＞＜ADDR＞	メモリ内容の比較	○
F＜RANGE＞＜LIST＞	メモリの充塡	○
M＜RANGE＞＜ADDR＞	メモリ内容のコピー	○
S＜RANGE＞＜LIST＞	メモリ内容の検索	○
?＜EXP＞	式の計算	—
H＜NUM＞＜NUM＞	和と差の計算	○
G=＜ADDR＞＜ADDR＞	プログラムの実行	○

書式	機能	DEBUG
T＝＜ADDR＞＜NUM＞	プログラムのシングルステップ実行	○
P＝＜ADDR＞＜NUM＞	プログラムのシングルステップ実行	―
BP＜NUM＞＜ADDR＞ ＜NUM＞＜STRING＞	ブレークポイントの設定	―
BC＜NUM＞ BC ＊	ブレークポイントの解除	―
BD＜NUM＞ BD ＊	ブレークポイントの無効化	―
BE＜NUM＞ BE ＊	ブレークポイントの有効化	―
R＜レジスタ名＞ R＜レジスタ名＞＝＜NUM＞ RF	レジスタ値の表示 レジスタ値の設定 フラグレジスタの表示・設定	○ ― ○
K＜NUM＞	スタックフレームの表示	―
L＜ADDR＞＜ドライブ＞ ＜セクタ＞＜セクタ数＞	ファイル・セクタの読み込み	○
W＜ADDR＞＜ドライブ＞ ＜セクタ＞＜セクタ数＞	ファイル・セクタの書き込み	○
N＜引数＞………	ファイル名・引数の設定	○
！＜コマンド＞	コマンドの実行	―
＜，＞，＝，｜，｜｜，	リダイレクト	―
＊＜コメント＞	コメントの表示	―

B PC-9801割り込み一覧

PC－9801でサポートされる割り込み（内部、外部含む）の一覧を示します。なお、これらはOSが起動していることを前提としていないため、OSが起動すれば割り込みの種類が増し、変更されることも考えられます。

タイプ番号	ベクタアドレス	機　能	備考
00H	0000H～0003H	除算エラー割り込み	＊1
01H	0004H～0007H	シングルステップ割り込み	＊1
02H	0008H～000BH	マスク不能割り込み(NMI)	
03H	000CH～000FH	トラップ(INT3)	＊1
04H	0010H～0013H	オーバフロー割り込み(INTO)	＊1
05H	0014H～0017H	COPYキー割り込み	
06H	0018H～001BH	STOPキー割り込み	
07H	001CH～001FH	インターバルタイマ	＊1
08H	0020H～0023H	タイマ	
09H	0024H～0027H	キーボード	
0AH	0028H～002BH	CRTV(垂直帰線)	＊2
0BH	002CH～002FH	拡張バス(INT0)	＊2
0CH	0030H～0033H	RS-232C	
0DH	0034H～0037H	拡張バス(INT1，CMT)	＊2
0EH	0038H～003BH	拡張バス(INT2，ODA系プリンタ)	
0FH	003CH～003FH	システム予約	＊2
10H	0040H～0043H	セントロニクス系プリンタ	＊2
11H	0044H～0047H	拡張バス(INT3，ハードディスク)	＊2
12H	0048H～004BH	拡張バス(INT41，640KBデイスク)	
13H	004CH～004FH	拡張バス(INT42，1MBディスク)	
14H	0050H～0053H	拡張バス(INT5)	＊2
15H	0054H～0057H	拡張バス(INT6)	＊2
16H	0058H～005BH	数値演算プロセッサ(8087)	＊2
17H	005CH～005FH	ノイズ(システム予約)	＊2
18H	0060H～0063H	キーボードBIOS、CRT BIOS	
19H	0064H～0067H	RS-232C BIOS	
1AH	0068H～006BH	CMT BIOS、プリンタBIOS	
1BH	006CH～006FH	ディスクBIOS	
1CH	0070H～0073H	カレンダ、タイマBIOS	
1DH	0074H～0077H	システム予約	＊2
1EH	0078H～007BH	N88-BASIC	
1FH	007CH～007FH	システム予約	
20H～3FH	0080H～00FFH	システム予約	
40H～7FH	0100H～01FFH	ユーザに解放	
80H～FFH	0200H～03FFH	システム予約	

＊1　IRET命令へのポインタが設定されている
＊2　EOI発行ルーチンへのポインタが設定されている

C PC-9801I/O一覧

PC−9801でサポートされるI/Oの一覧を示します。なおこれらは現時点でのものであり、ハードウェアによっては存在しないもの、または、新たにハードウェアが付け加わることもあり得ます。

ポートアドレス	対応ハードウェア
0 0 0 0 0 × A_0 0	割り込みコントローラμPD8259A(マスタ)
0 0 0 0 1 × A_0 0	割り込みコントローラμPD8259A(スレーブ)
0 0 0 $A_3A_2A_1A_0$ 1	DMAコントローラμPD8237A-5
0 0 1 0 × × × 0	カレンダ時計μPD1990(4990)
0 0 1 0 × A_1A_0 0	DMAバンク
0 0 1 1 × × A_0 0	RS-232CインタフェースμPD8259A
0 0 1 1 × A_1A_0 0	システムポートμPD8255A-5
0 1 0 0 × A_1A_0 0	プリンタインタフェースμPD8255A-5
0 1 0 0 × × A_0 1	キーボードインタフェースμPD8251A
0 1 0 1 × × A_0 0	マスク不能割り込み制御
0 1 0 1 × A_1A_0 1	320KBディスクインタフェースμPD8255A-5
0 1 1 0 $A_2A_1A_0$ 0	CRTコントローラμPD7220
0 1 1 0 × × × 0	予約
0 1 1 1 $A_2A_1A_0$ 0	CRTコントローラμPD52611
0 1 1 1 × A_1A_0 1	タイマコントローラμPD8253-5
1 0 0 0 0 A_1A_0 0	固定ディスクインタフェース
1 0 0 0 0 × × 1	予約
1 0 0 0 0 A_1A_0 1	BRANCH4670
1 0 0 0 1 A_1A_0 0	サウンドボード
1 0 0 1 × A_1A_0 0	1MBディスクインタフェースμPD765A
1 0 0 1 0 A_1A_0 1	CMTインタフェースμPD8251A
1 0 0 1 1 0 A_0 1	GPIBスイッチ
1 0 0 1 1 1 0 1	予約
1 0 1 0 $A_2A_1A_0$ 0	グラフィックコントローラμPD7220
1 0 1 0 $A_2A_1A_0$ 1	文字フォントROM
1 0 1 1 0 A_1A_0 0	HDLC/SDLC μPD7201
1 0 1 1 1 × × 0	予約
1 0 1 1 × × × 1	HDLC/SDLC μPD7253/μPD8255
1 1 0 0 0 A_1A_0 0	ODA系プリンタインタフェースμPD8255A-5

ポートアドレス	対応ハードウェア
1 1 0 0 1 A_1A_0 0	640KBディスクインタフェース μPD765A
1 1 0 0 $A_2A_1A_0$ 1	GPIBインタフェース μPD7210
1 1 0 1 × A_1A_0 1	マウスコントロール
1 1 0 1 1 0 1 1	内部サウンド周波数設定
1 1 0 1 1 A_1A_0 1	マウス割り込み時間設定
1 1 1 0 0 0 0 0 ～ 1 1 1 0 1 1 0 0	キーボードインタフェース（スキャン方式）

注：×は、特に値を問わないことを意味する（多くの場合0を設定）。

D INDEX

●あ行

●か行

●さ行

●た・な行

●は行

●ま行

●ら・わ行

●A

●B

●C

●D

●E～G

●I～J

●M～N

●O～P

●Q～R

●S

●T～Z

●その他

姉妹編

『PC-9800シリーズ ザ・プロテクト』

別売ディスクパック版のお知らせ

既刊「PC-9800シリーズ ザ・プロテクト」に収録されたプロテクトプログラム、およびその応用プログラムを含め、100種類のプロテクトを施したフロッピディスクが用意されております。本ディスクには、これら100種類のプロテクトのすべてをチェックするプログラムが含まれております。このディスケットで立ち上げることによって、そのプログラムが起動するようになっています。読者の皆さんは、このディスケットの、できるだけ忠実な複製を作るよう挑戦してください。作成した複製をドライブ装置に入れて立ち上げれば、あなたの複製が100種類のうち、いくつまでクリアしたかを採点して表示します。

また、本ディスクパック版にはこのプロテクトとは別に、本文中に掲載されたすべてのソースプログラム、およびオブジェクトプログラムが収録されております。これにより皆さんは打ち込む手間も省け、より能率的にご理解いただけるものと思います。

3.5インチ2DD版	定価5800円	送料300円
5 インチ2DD版	定価5800円	送料300円
5 インチ2HD版	定価5800円	送料300円
8 インチ2D 版	定価5800円	送料300円

お求めは、最寄りの書店、マイコンショップ、または直接弊社宛に現金書留にてお願いいたします。なお、現金書留の際にはご希望の書名、製品名、メディア、住所、氏名、電話番号等を明記の上、送料(300円)を添えてお申し込みください。

秀和システムトレーディング株式会社

〒107 東京都港区赤坂8-5-29 チェッカービル

PC-9800シリーズ
ザ・プロテクトII
プログラム解読法入門

発行日 1987・3・21 初版第1刷
1987・11・28 初版第2刷

著　者 井上智博・技術開発室©

発行者 牧谷秀昭

発行所 秀和システムトレーディング株式会社
東京都港区赤坂8-5-29チェッカービル 〒107

印刷所 共同印刷株式会社

ISBN4-87966-116-3 C3055 ¥2200E